

# **Fauna Bentônica de Estuários do Norte do Espírito Santo**

**Jacqueline de Almeida Neves**

**Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Tropical**

**Mestrado em Biodiversidade Tropical**

**Universidade Federal do Espírito Santo  
São Mateus, agosto de 2014**

# **Fauna Bentônica de Estuários do Norte do Espírito Santo**

**Jacqueline de Almeida Neves**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade Tropical.**

**Aprovada em 28 de agosto de 2014 por:**

---

**Prof. Dr. Luiz Fernando Duboc da Silva- Orientador, UFES**

---

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Karla Gonçalves da Costa-Co-orientadora, UFES**

---

**Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes, UFES**

---

**Prof. Dr. Mauricio Hostim Silva, UFES**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**São Mateus, agosto de 2014**

A gota de orvalho caiu pela folha que nasceu de um coração  
Deixando a mais bela imagem pintada na mente da população  
Que sente na boca o gosto da água que mata a sede dos filhos que estão  
Tão brincando de viver, tão sorrindo pra entender  
A beleza que o mundo criou e deixou pra você  
Um olhar, vidas no mangue, vidas voando no azul do céu  
Um olhar, vidas no mangue e não no papel  
Um olhar, vidas no mangue, vidas voando no azul do céu  
Um olhar, vidas no mangue e não no papel  
Lia me chamou, e foi pras águas de lemanjá  
É chegada a hora que o homem chora pra esconder a dor  
É chegada a hora que o homem chora pra esconder a dor

### **Natureza (Renato Casanova)**

Pedi minhas contas, viajei e caí no mundão  
Vou ver o mundo tendo o mundo como anfitrião  
Florestas, rios, cidades e litorais  
Pessoas, sentimentos, tradições e rituais  
Colocarei meus pés em trilhas, pedras, manguezais  
Fazendo o elo entre meus filhos e meus ancestrais  
Serei sincero com meu verdadeiro ser  
Quero servir, quero ensinar, eu vim pra aprender  
Me sinto em casa em qualquer lugar  
Mas sou turista em todos  
Sou viajante em qualquer lugar  
Sou uma parte do todo  
Num sonho eu era como o vento e podia voar  
Voei pra ver as maravilhas de cada lugar  
Dancei com índios, mergulhei entre os corais  
Troquei idéia com um coroa que era demais  
Vi dreadlocks e confetes bailando no ar  
E três amigas se abraçavam de se transbordar  
Agradecido, aplaudi o pôr-do-sol  
Por onde for terei seu fogo como meu farol  
É Mundão, seu filho venceu o breu  
Unifiquei meu corpo ao teu, e já não existe mais 'eu'

### **O Viajante (Forfun)**

**Dedico este trabalho aos meus queridos e eternos  
pais, e minha doce irmã.  
Sem vocês seria impossível chegar até aqui, amo vocês!**

## **Agradecimentos**

- Primeiramente agradeço a Deus, que me carregou em seus braços nos meus momentos de fraqueza.
- Obrigada CAPES pelo fornecimento da bolsa, sem ela seria inviável a realização deste trabalho.
- Ao PELD pelo financiamento das diárias de campo, o que foi essencial para a realização das coletas.
- Agradeço ao Luiz Fernando Duboc da Silva, por aceitar ser meu orientador neste período, pela sua dedicação, paciência e confiar que eu pudesse chegar até aqui, muito obrigada.
- A minha querida e eterna orientadora Karla Gonçalves da Costa, não sei como me aturou por tanto tempo, dei tanto trabalho (rsrs), serei eternamente grata a sua compreensão, paciência e bondade.
- Obrigada aos pescadores de Conceição da Barra e Barra Nova por auxiliar as coletas.
- Aos meus amigos Pablo e Tarciley, por me ajudarem com materiais muito importantes para o enriquecimento deste estudo, muito obrigada pela disponibilidade de tempo e paciência.
- Agradeço ao Bruno Sant'Anna Fanticelle, por ser um braço forte para ajudar nas coletas, sem você a primeira coleta seria impossível de ser realizada. As minhas queridas que também me acompanharam no campo: Nálita e Nair, sem a ajuda de vocês não sei o que seria durante as coletas, muito obrigada minhas pequenas.
- Ao meu querido Gean, me faltam palavras para agradecer o que fez por mim neste período, tenha certeza que aqui na terra você foi o meu anjo da guarda, obrigada mesmo por ser tão prestativo no momento mais difícil da minha vida, sem a sua ajuda também seria impossível concluir este trabalho neste momento.
- Agradeço a Ju por suas palavras de conforto e incentivo e paciência por escutar as minhas "lamentaões". Ao Jadson e ao Rodrigo, obrigada pelos "cafés" (rsrsrs), sem essa boa ação de vocês seria impossível reunir forças para enfrentar longas horas de trabalho no laboratório.
- No geral, agradeço a galera do Laboratório de Ecologia Bentônica, vocês são massa, em especial a Sabrina com quem passei a maior parte do tempo, trabalhando e rindo sempre (rsrs) obrigada por me aturar, escutar os meus desabafos e momentos de desespero.
- Ao meu grande amigo Rabello, obrigada por estar presente nas fases mais importantes da minha vida, inclusive nessa, sempre me incentivando, me colocando pra cima, te amo meu cúmplice de resenhas (rsrs) e como você mesmo disse esse amor ultrapassa os limites do universo e eu não tenho dúvidas disso.

No geral, obrigada a todos!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUÇÃO GERAL .....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
CAPÍTULO 1 – FAUNA BENTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO DA BARRA, ES .....	19
1.1 Introdução.....	20
1.2 Materiais e Métodos .....	21
1.2.1 Área de estudo .....	21
1.2.2 Procedimentos de campo .....	22
1.2.3 Procedimentos de laboratório .....	23
1.2.4 Análise dos dados .....	23
1.3 resultados .....	25
1.3.1 Variáveis ambientais .....	25
1.3.2 Macrofauna .....	25
1.3.3 Meiofauna .....	25
1.3.4 Nematofauna .....	27
1.3.5 Relações entre variáveis ambientais e comunidade bentônica .....	28
1.4 Discussão .....	29
1.5 Referências Bibliográficas .....	32
1.6 Figuras .....	37
1.7 Tabelas .....	47
1.8 Apêndice .....	55
CAPÍTULO 2 - FAUNA BENTÔNICA DO ESTUÁRIO DE BARRA NOVA, SÃO MATEUS-ES.....	57
2.1 Introdução .....	58
2.2 Materiais e Métodos .....	59
2.2.1 Área de estudo .....	59

2.2.2 Procedimentos de campo .....	60
2.3 Resultados .....	60
2.3.1 Variáveis ambientais .....	60
2.3.2 Macrofauna .....	61
2.3.3 Meiofauna .....	61
2.3.4 Nematofauna .....	62
2.3.5 Relações entre variáveis ambientais e comunidade bentônica.....	63
2.4 Discussão .....	64
2.5 Referências Bibliográficas .....	66
2.6 Figuras .....	69
2.7 Tabelas .....	80
2.8 Apêndice .....	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	90

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

- Figura 1: Mapa de localização do estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES com a marcação dos quatro pontos de amostragens .....**37**
- Figura 2: Caracterização de temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), e precipitação acumulada (mm), durante o ano de 2012 para a região Norte do Espírito Santo. Fonte:INPE ..... **38**
- Figura 3: Descritores univariados da macrofauna bentônica entre os pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança) ..... **39**
- Figura 4: Análise de ordenação (MDS) da macrofauna bentônica entre os pontos (a) e entre as coletas (b) realizados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES..... **40**
- Figura 5: Descritores univariados da meiofauna bentônica entre os pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança) .....**41**
- Figura 6: Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica entre os pontos (a) e entre as coleta (b) realizados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES..... **42**
- Figura 7: Descritores univariados da nematofauna entre pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança) ..... **43**
- Figura 8:Análise de ordenação (MDS) da nematofauna entre os pontos (a) e entre as coleta (b) realizados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES..... **44**
- Figura 9: Tipo alimentar da nematofauna entre os pontos durante as coletas no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). 1a, detritívoros seletivos; 1b, detritívoros não seletivos, 2a, comedores de epistratos e 2b, predadores .....**45**
- Figura 10: Índice de maturidade da nematofauna entre os pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES .....**46**

## Capítulo 2

- Figura 1: Mapa de localização do estuário de Barra Nova, ES com a marcação dos quatro pontos de amostragens.....**69**
- Figura 2: Caracterização de temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), e precipitação acumulada (mm), durante o ano de 2012 para a região norte do Espírito Santo. Fonte: INPE.....**70**
- Figura 3: Riqueza e Abundância média da macrofauna bentônica entre os pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança) ..... **71**
- Figura 4: Diversidade média da macrofauna bentônica entre os pontos e coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança).....**72**
- Figura 5: Análise de ordenação (MDS) da macrofauna bentônica entre os pontos (a), e entre os meses de coleta (b) realizados no estuário no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.....**73**
- Figura 6: Descritores univariados da meiofauna bentônica entre pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança) ..... **74**
- Figura 7: Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica entre os pontos (a) e entre os meses de coleta (b) realizados no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.....**75**
- Figura 8: Descritores univariados da nematofauna entre pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança) ..... **76**
- Figura 9: Análise de ordenação (MDS) da nematofauna entre os pontos (a), e entre os meses de coleta (b) realizados no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.....**77**
- Figura 10: Tipo alimentar da nematofauna entre os pontos durante as coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). 1a, detritívoros seletivos; 1b, detritívoros não seletivos, 2a, comedores de epistratos e 2b, predadores.....**78**
- Figura 11: Índice de maturidade da nematofauna entre os pontos, coletas e pontoxcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES. Coleta maio/2012Coleta novembro/2012..... **79**

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1: Variáveis ambientais registrados entre os pontos durante as coletas no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES .....**47**

Tabela 2: Significância  $p$  para o teste não-paramétrico para granulometria do sedimento e teor de matéria orgânica. Análise de Kruskal-walli .....**48**

Tabela 3: Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da macrofauna, meiofauna e nematofauna bentônica encontrados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES .....**49**

Tabela 4: Total de indivíduos da macrofauna bentônica encontrados nos pontos de amostragens do estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.....**50**

Tabela 5: Total de indivíduos dos grupos de meiofauna bentônica encontrados nos pontos de amostragens do estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.....**51**

Tabela 6: Total de indivíduos da nematofauna encontrado nos pontos de amostragens do estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.....**52**

Tabela 7: Resultado SIMPER para a dissimilaridade das espécies da macrofauna bentônica entre os pontos.....**53**

Tabela 8: Coeficiente de correlação de Spearman entre os índices da comunidade bentônica e as variáveis ambientais.....**54**

### Capítulo 2

Tabela 1: Variáveis ambientais registradas entre os pontos durante as coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES ( $\pm$ Desvio padrão).....**80**

Tabela 2: Significância  $p$  para o teste não paramétrico (Kruskal-Wallis) com os dados de porcentagens de cascalho e matéria orgânica registrados entre os pontos e coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES .....**81**

Tabela 3: Resultados da ANOVA para variáveis ambientais registrados entre os pontos durante as coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.....	<b>82</b>
Tabela 4: Total de indivíduos da macrofauna bentônica encontrados nos pontos de amostragens do estuário do Rio Mariricu, Barra Nova, ES.....	<b>83</b>
Tabela 5: Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da macrofauna, meiofauna e nematofauna bentônica encontrados no estuário de Barra Nova, ES.....	<b>84</b>
Tabela 6: Significância p para o teste não paramétrico (Kruskall-Wallis) para a Diversidade da macrofauna bentônica.....	<b>85</b>
Tabela 7: Total de indivíduos da meiofauna bentônica encontrados nos pontos de amostragens no estuário de Barra Nova, ES.....	<b>85</b>
Tabela 8: Total de indivíduos da nematofauna encontrados nos pontos de amostragens no estuário de Barra Nova, ES.....	<b>86</b>
Tabela 9: Coeficiente de correlação de Spearman entre os índices da comunidade bêmica e as variáveis ambientais.....	<b>87</b>

## RESUMO

O ambiente estuarino é considerado um dos mais importantes ecossistemas costeiros. O crescimento urbano em suas proximidades pode alterar a dinâmica desses ambientes que já são sujeitos a fortes variações de fatores naturais. Os estuários abrigam diversos grupos de animais, dentre eles os invertebrados bentônicos que cada vez mais vem sendo utilizados como indicadores da qualidade do ambiente. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a composição e distribuição espaço-temporal da comunidade bentônica e relacioná-los com os efeitos antrópicos e ambientais observados no estuário do Rio São Mateus em Conceição da Barra, e no estuário de Barra Nova no município de São Mateus. Os componentes da fauna bentônica (macro e meiofauna) se comportaram de forma diferente em ambos estuários. No estuário do Rio São Mateus em relação a macrofauna, os maiores valores dos índices e da abundância de espécies oportunistas foram encontrados em pontos de maior quantidade de matéria orgânica. Já a meiofauna e nematofauna tiveram valores significativos no ponto mais próximo a foz, sendo influenciado pela salinidade, hidrodinâmica e características do sedimento. Já para o estuário de Barra Nova os componentes da fauna também se comportaram de forma diferente. Para a macrofauna o gênero *Spiophanes* teve grande abundância no ponto em que foram registrados os maiores teores de matéria orgânica, e onde está localizado um terminal de transporte e armazenamento de petróleo, porém não se sabe ao certo se essa quantidade de matéria orgânica seja de origem antrópica ou natural, já que a maioria dos pontos em Barra Nova se encontram próximos ao manguezal. A meiofauna e nematofauna registraram as maiores abundâncias no ponto próximo foz onde também é influenciado por fatores naturais. Em comparação entre os dois estuários, a fauna bentônica se comportou de forma semelhante, sugerindo principalmente os fatores naturais como os responsáveis pelas mudanças na estrutura da fauna.

**Palavras-chave:** Estuários, macrofauna, meiofauna, Nematoda.

## **ABSTRACT**

The estuarine environment is considered one of the most important coastal ecosystems. Urban community growth may interfere in the local environmental dynamics that suffers with strong variations of natural factors. Estuaries are home to many animal groups, including benthic invertebrates which has been used as environmental quality indicators. Thus, the aim of this study was to evaluate the composition and spatial-temporal distribution of the benthic community and relate them to environmental and anthropogenic effects observed in the estuary of the São Mateus river in Conceição da Barra municipality, also in the Barra Nova estuary in São Mateus municipality. The components of the benthic fauna (macro and meiofauna) behaved differently in both estuaries. In the estuary of the São Mateus river, in relation to the macrofauna, the highest values of the indices and opportunistic species abundance were found at points of higher amount of organic matter. Meiofauna and nematofauna already had significant values at the closest point to the river mouth, being influenced by salinity, hydrodynamics and sediment characteristics. As for the Barra Nova estuary, components of the fauna also behaved differently. For macrofauna, the *Spiophanes* gender had great abundance at the point where we registered the highest levels of organic matter, and where a terminal for transport and storage of oil is located, but no one knows for sure if that amount of organic matter is the source anthropogenic or natural, since most of the points in Barra Nova are close to the mangrove. The meiofauna and nematofauna recorded the highest abundances in point near the mouth, where it is also influenced by natural factors. On comparison between two estuaries, suggesting mostly natural factors as responsible for changes in the structure of the fauna.

**Keywords:** Estuaries, macrofauna, meiofauna, nematode

## Introdução geral

Os ambientes estuarinos são fundamentais no fornecimento de nutrientes para a região costeira. Além de receber e concentrar materiais originários da drenagem continental, também recebem aportes significativos de origem antrópica (Azevedo *et al.* 2008). De acordo com Giancesella *et al.* (2005) estas características tornam os estuários os ambientes mais produtivos do planeta. Em definição proposta por Pritchard (1955), estuários são corpos de águas costeiras semifechados, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental.

Os estuários constituem também pontos focais que abrangem uma extensa área de utilização humana de importância social e econômica. Neste aspecto, apresentam importância significativa sendo utilizados como vias de acesso para atividades portuárias, instalação de indústria pesqueira, extração de areia e atividades recreativas como vela, pesca e caminhadas (Townend 2002; Pereira *et al.* 2010). Tais assuntos tornam-se fundamentais para a criação de um sistema integrado de gestão envolvendo as questões sociais, econômica e de conservação a fim de promover a sustentabilidade desses ecossistemas (Townend 2002).

Dessa forma, os estuários se tornam áreas de grande atrativo populacional e, como consequência, pode ocorrer o despejo de resíduos industriais e domésticos, muitas vezes não tratados, ocasionando alteração do hábitat, da estrutura e da dinâmica das comunidades bióticas (Noronha *et al.* 2010; Omena *et al.* 2012). O acúmulo de matéria orgânica no sedimento proveniente dos resíduos despejados nos estuários é um dos fatores responsáveis por possíveis mudanças estruturais na comunidade bentônica. Como exemplo, podem ocorrer mudanças na abundância de organismos, com a redução de algumas espécies e um aumento na quantidade de oportunistas, além de mudanças morfológicas, comportamentais e fisiológicas dos organismos (De Grave e Whitaker 1999; Lenihan *et al.* 2003). As zonas estuarinas também sofrem ações naturais como correntes e variações do nível de maré, direção dos ventos, altura das ondas, descarga fluvial e ressuspensão de sedimento do fundo durante tempestades (Loya, 1976). A hidrodinâmica desenvolve uma influência na distribuição espacial da fauna bentônica no ambiente,

pois envolve diversos fatores que são responsáveis por esta distribuição como as características do sedimento, salinidade e precipitação (Kapusta *et al.* 2006).

Na fauna bentônica estuarina incluem um conjunto de animais pertencentes a uma variedade de grupos de invertebrados, incluindo poliquetas, moluscos, crustáceos, e que tenham relação direta com fundos consolidados ou não consolidados (Ourives *et al.* 2011).

Alterações na estrutura destes invertebrados são efeitos de perturbações no ambiente estuarino. Esses organismos são considerados relevantes para o monitoramento de ambientes aquáticos, pois possuem baixa mobilidade, além de desempenhar um papel vital na ciclagem de nutrientes, decomposição detrítica e como fonte de alimento para níveis tróficos superiores (Sola *et al.* 2001; Reiss 2005; Canary *et al.* 2009). A sobrevivência da comunidade depende das condições ambientais que lhes são impostas (Rocha *et al.* 2013).

Os organismos meiofaunais possuem reprodução contínua, alta fertilidade e nenhum estágio larval, o que permite uma melhor estabilidade para estes organismos ao longo do tempo (Coull, 1988). Tais características também apontam a meiofauna como indicadora de poluição, além disso os Nematoda são mais sensíveis ao enriquecimento orgânico e a qualquer alteração no sedimento do que a macrofauna (Heip *et al.* 1985; La Rosa *et al.* 2001).

Amaral e Jablonski (2005) afirmam que a fauna bentônica das regiões Sudeste e Sul é a mais estudada do país, com exceção do estado do Espírito Santo. No estado a maioria do que foi feito até então se concentra no litoral das regiões central e sul do estado (Nalesso *et al.* 2005; Costa e Nalesso, 2006; Sá *et al.* 2007).

Localizado ao norte do estado do Espírito Santo, o estuário do Rio São Mateus está inserido na segunda maior bacia hidrográfica do estado: A bacia do Rio São Mateus. Este rio assume um curso meandrante e deságua no Oceano Atlântico na cidade de Conceição da Barra na sua margem esquerda, e na margem direita se encontra o extremo norte da Ilha de Guriri. (Fernandes, 2007)

Uma grande preocupação que ainda se estende na região da foz do Rio São Mateus é a degradação do manguezal na foz do rio. Apesar de ser um dos manguezais mais conservados do estado, os bosques de mangue que se encontram na área urbana da cidade de Conceição da Barra sofrem ações de desmatamentos, aterros e lançamentos de efluentes domésticos (Vale, 1999; Fernandes, 2007).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição e distribuição espaço-temporal da comunidade bentônica e relacioná-los com os efeitos antrópicos e ambientais observados no estuário de Conceição da Barra (Capítulo 1) e Barra Nova (Capítulo 2).

## Referências Bibliográficas

- Amaral, A.C.Z., Jablonski, S. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade* 1(1): 43-51.
- Azevedo, A.C.G., Feitosa, F.A.N., Koenig, M.L. 2008. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplânctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 22 (3): 870-877.
- Canary, A.C., Poersch, L., Wasielesky, J. W. 2009. Impacto dos efluentes de cultivo semi-intensivo de camarão sobre a fauna bentônica no sul do Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 31 (4): 345-353.
- Costa, K. G. Da; Nalesso, R. C. 2006. Effects of mussel farming on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil. *Aquaculture International*, 258: 655-663.
- Coull, B.C. 1988. Ecology of the marine meiofauna. In: Higgins, R.P., Thiel, H. (Eds.), *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 18-38.
- DE Grave, S., Whitaker, A. 1999. Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Marine Pollution Bulletin* (38) 102–108.
- Fernandes, M.M.S. 2007. Comunidades de pescadores artesanais de Meleiras e Barreiras, Conceição da Barra-ES. Inserção dos territórios tradicionais na dinâmica econômica capixaba. 198 p. Dissertação (mestrado em geografia)- Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gianesella, S.M.F., Saldanha-Corrêa, F.M.P., Miranda, L.B., Corrêa, M.A., Moser, G.A.O. 2005. Short Term Variability and Transport of nutrients and Chlorophyll-A in Bertioga Channel, São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 53 (3-4):99-114.

Heip, C., Vincx, M., Vranken, G. 1985. The ecology of Marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology – An Annual Review*. 23: 399-489.

Kapusta, S.C., Bemvenuti, C.E., Wurdig, N. L. 2006. Meiofauna spatidal-temporal distribution in a subtropical estuary of southern coast Brazil. *Journal of Coastal Research, Special Issue 39*: 1238-1242.

La Rosa, T., Mirto, S., Mazzola, A., Danovaro, R. 2001. Differential responses of benthic microbes and meiofauna to fish-farm disturbance in coastal sediments. *Environmental Pollution* 112: 427-434.

Lenihan, H.S., Peterson, C.H., Kim, S.L., Conlan, K.E., Fairey, R., McDonald, C., Grabowski, J.H., Oliver, J.S. 2003. Variation in marine benthic community composition allows discrimination of multiple stressors. *Marine Ecology Progress Series* 261, 63–73.

Loya, Y. 1976. Effects of water turbidity and sedimentation on the community structure of Puerto Rican corals. *Bulletin of Marine Science*, 26 94): 450-466.

Nalesso, R. C.; Joyeux, J. C.; Quintana, C. O.; Torezani, E. ; Oteguia, A. C. P. 2005. Soft macrobenthic communities of Vitoria Bay estuarine system, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo, 53, (1/2) 23-38.

Noronha, T. J. M. 2010. Avaliação dos impactos antrópicos e a qualidade da água do estuário do Rio Timbó, Pernambuco, Brasil. *Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE-Ano II*, nº1-11-22.

Omena, E. P., Lavrado, H. P., Paranhos, R., Silva, T. A. 2012. Spatidal distribution of intertidal Sandy beach polychaeta along na estuarine and morphodynamic gradient in na eutrophic tropical bay. *Marine Pollution Bulletin* 1-13.

Ourives, T. M., Rizzo, A.E., Boehs, G. 2011. Composition and spatidal distribution of the benthic macrofauna in the Cachoeira River estuary, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 46 (1): 17-25.

Pereira, M.D., Siegle, E., Miranda, L.B., Schettini, C.A.F. 2010. Hidrodinâmica e transporte de material particulado em suspensão sazonal em um estuário dominado por maré: Estuário de Caravelas (BA). *Revista Brasileira de Geofísica* 28 (3): 427-444.

Pritchard, D. W. 1955. Estuarine circulation patterns. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers* 81, 717: 1 – 11.

Reiss, H., Krancke, I. 2005. Seasonal variability of benthic indices: An approach to test the applicability of different Indices for ecosystem quality assessment. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1490-1499.

Rocha, M.B., Silva, E.M., Riascos, N.E.S. 2013. Avaliação da Influência da oxigenação e da qualidade do sedimento sobre a sobrevivência de *Scolecopsis chilensis* (Spionidae: Polychaeta) da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. *Biotemas*, 26 (4): 85-92.

Sá, F.S. Nalesso, R. C. ; Paresque, K. 2007. Fouling organisms on Pernaperna mussel: is it worth to remove them?. *Brazilian Journal of Oceanography*, (55):155-161.

Sola, M.C.R., Paiva, P.C. 2001. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após ocorrência de ressacas. *Revista Brasileira de Oceanografia*. 49 (1/2): 137-142.

Townend, I. 2002. Marine science for strategic planning and management: The requeriment for estuaries. *Marine Policy* 26: 209-219.

Vale, C.C. 1999. Contribuição ao estudo dos manguezais como indicadores biológicos das alterações geomorfológicas do estuário do Rio São Mateus (ES). Dissertação de mestrado (mestrado em geografia física)-Universidade de São Paulo, São Paulo.

## **CAPÍTULO 1**

# **FAUNA BENTÔNICA DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO MATEUS, CONCEIÇÃO DA BARRA, ES**

## 1.1 Introdução

São raros os estuários das regiões tropicais e subtropicais que se encontram em condições próximas ao seu estado natural, a maioria deles de alguma forma sofre a influência de impactos antropogênicos (Barros *et al.* 2012). Uma das principais consequências da alta densidade populacional que se desenvolve em regiões estuarinas é o acúmulo de matéria orgânica no sedimento, proveniente, principalmente, de despejos de esgotos domésticos e industriais. Esse aumento de matéria orgânica pode causar mudanças drásticas na comunidade bentônica reduzindo a biomassa e afetando a estrutura trófica, passando a ser composta por espécies oportunistas e resistentes a poluição (Canary *et al.* 2009; Nanajkar e Ingole 2010; Aviz *et al.* 2012).

No Brasil diversos estudos vêm utilizando a fauna bentônica como indicadores da qualidade de estuários (Paula *et al.* 2006; Canary *et al.* 2009; Colpo *et al.* 2009; Taniwaki *et al.* 2011; Oliveira *et al.* 2013;). Muito desses autores tem observado que a estrutura da fauna bentônica encontrada, apesar de um enriquecimento orgânico nos locais de estudo, não sofrem mudanças severas na riqueza e diversidade de espécies devido ao impacto antropogênico. Tais observações sugerem que estas espécies possuem elevada resiliência, pois já vivem em ambientes estressantes. Com isso esses organismos têm mecanismos altamente eficientes para a recolonização rápida após uma possível perturbação (Bemvenuti *et al.* 2005). Mais que os efeitos antrópicos, a distribuição dos organismos bentônicos é principalmente determinada por fatores ambientais. Muitos autores afirmam que os fatores abióticos responsáveis pela distribuição da fauna bentônica nos estuários estão interligados com a hidrodinâmica do ambiente, a variação de salinidade, teores de matéria orgânica e granulometria do sedimento (Gomes *et al.* 2002; Kapusta *et al.* 2006; Colling *et al.* 2007). A salinidade, por exemplo, interfere nos índices biológicos da fauna (riqueza, abundância e diversidade) atribuindo maiores valores a esses índices em ambientes estuarinos, quanto mais próximo ao mar (Barnes 1994; Rosa Filho *et al.* 2006).

Nas margens do estuário do Rio São Mateus estão as comunidades de Barreiras e Meleiras que tem a pesca como a principal atividade econômica. Esta região é afetada por impactos ambientais como a degradação do manguezal na foz

do rio e o crescimento desordenado da população na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (IEMA 2013).

No início do ano de 2010 foi feita uma dragagem no Estuário do Rio São Mateus com o objetivo de conter o avanço do mar no município de Conceição da Barra. Infelizmente nenhum estudo de monitoramento da fauna bentônica foi feito antes e durante o processo, mas sabe-se que as dragagens causam efeitos drásticos sobre a comunidade bentônica, pois podem causar a morte dos organismos principalmente por lesão mecânica (Kennish, 1997). Além disso, um local dragado pode demorar de um ano ou mais para ter a fauna recuperada (Harvey *et al.* 1998; De Grave & Whitaker 1999; Guerra-García *et al.* 2003; Bemvenuti *et al.* 2005).

O presente trabalho foi realizado no estuário do Rio São Mateus, em Conceição da Barra, e teve como objetivo avaliar as mudanças espaço-temporais na estrutura da comunidade bentônica. As hipóteses do trabalho são: 1) Fatores ambientais e antropogênicos afetam a distribuição espaço-temporal dos organismos bentônicos encontrados no estuário do Rio São Mateus e 2) As associações da macro e meiofauna, especialmente Nematoda, respondem de modo diferente a esses fatores.

## **1.2 Materiais e Métodos**

### **1.2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado no estuário do Rio São Mateus, no município de Conceição da Barra, norte do Espírito Santo (18°36'S e 39°44'W) (Figura 1.1). Esse rio é de grande importância para a comunidade que tem a pesca como a principal atividade econômica da região. O estuário se estende da foz até o porto fluvial na cidade de São Mateus, o que totaliza 46km de comprimento e uma largura que pode chegar a 750m em alguns trechos, sua profundidade não é muito grande fazendo com que apenas pequenas embarcações circulem em suas águas (Fernandes

2007). Além disso, nas margens do estuário desenvolveram duas comunidades: Barreiras e Meleiras. O clima da região é caracterizado como seco sub-úmido, com temperaturas médias de 24,1°C, a pluviosidade anual é de aproximadamente 1.313 mm (Incaper, 2013)

Foram selecionados quatro pontos para as amostragens. O Ponto 1, o mais próximo a foz, chamado localmente de Cais da Barra, onde ficam ancorados os barcos pesqueiros e é possível visualizar varias tubulações de despejo de esgoto; o Ponto 2, localizado na entrada do Rio São Domingos, que deságua no Rio São Mateus; o Ponto 3, próximo a um barranco, com um pequeno sítio na margem oposta e, por fim; o Ponto 4, localizado em frente a um sítio com criação de suínos e plantação de coco (Figura 1.1; Apêndice1.1).

As coletas foram realizadas em maio e novembro de 2012. A coleta de maio foi realizada na maré 1.1m vazante e a coleta de novembro foi com a maré 0.3 enchente. A maré no local é caracterizada como micromareal com marés semidiurnas (DNH 2012). Os dados de profundidade dos pontos, salinidade, temperatura e pH da água coletada durante as coletas são apresentadas na Tabela 1.1.

Quanto à precipitação acumulada no período de amostragem, em maio de 2012 foi registrado 50 mm e em novembro de 2012 foi registrado o maior valor de precipitação do ano, com 363 mm (Figura 1.2) (INPE 2012).

### **1.2.2 Procedimentos de campo**

As amostras foram coletadas em triplicatas com o auxílio de uma draga do tipo Van Venn. O sedimento trazido pela draga foi colocado em bandejas plásticas, retirado a amostra de meiofauna da parte superficial e o restante foi homogeneizado para retirada de amostras para as análises de macrofauna e uma porção do sedimento para posterior análise de granulometria e matéria orgânica.

Para a análise da macrofauna bentônica, as amostras foram padronizadas (1,85L e 0,02m<sup>2</sup>), lavadas no próprio barco em peneira com malha de 300µm, acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e fixadas com formalina a 10%. A

meiofauna foi retirada com um amostrador plástico (2cm de diâmetro e 5cm de profundidade), acondicionados em potes etiquetados e fixados com formalina 10%.

### **1.2.3 Procedimento de Laboratório**

Em laboratório, as amostras de macrofauna foram triadas e os organismos encontrados fixados em álcool a 70%, quantificados e identificados sob microscópio estereoscópico e óptico a menor categoria taxonômica possível. Após a identificação, os organismos foram tombados na Coleção Zoológica Norte Capixaba (CZNC), na divisão de Invertebrados Bentônicos.

As amostras de meiofauna foram lavadas em peneira com malha de 63 $\mu$ m. Para a extração da fauna foi utilizada uma solução açucarada com gravidade específica de 1,14 (Esteves et al, 1995). O tratamento consiste na agitação manual do sedimento, no sentido circular, durante 30-35 segundos vertendo-se em seguida a solução açucarada contendo os animais em suspensão em peneiras de 63 $\mu$ m. Os organismos retidos na peneira foram colocados em uma solução de glicerol, deixados sob placa aquecedora (60°C por aproximadamente 6 horas) e lâminas semipermanentes foram feitas. Todos os Nematoda foram contados e identificados a categoria de gênero ou em morfotipos. Os demais grupos foram identificados em categorias taxonômicas menos inclusivas.

Teores de matéria orgânica do sedimento foram determinados através de combustão em mufla à 550° C por uma hora. A granulometria do sedimento foi determinada por rotinas de peneiramento (Suguio 1973).

### **1.2.4 Análise dos dados**

Como descritores univariados da fauna foram utilizados os valores de abundância, riqueza (número de táxons) e diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ,  $\log_2$ ). Para os Nematoda foi também aplicado o índice de maturidade (IM) calculado de acordo com as suas estratégias de vida, como proposto por Bongers *et al.* (1991). Na aplicação deste índice, os Nematoda são classificados ao longo de uma escala denominada cp de 1 a 5. Equivalendo a escala 1 encontram-se os colonizadores (ciclo de vida curto, altas taxas reprodutivas, alta habilidade de colonização e

tolerância a distúrbios) e a escala 5 equivale aos persistentes (ciclo de vida longo, baixa habilidade de colonização, baixo número de descendentes e sensíveis a distúrbios). Os Nematoda também foram classificados de acordo com os grupos tróficos, segundo Wieser (1953). Nesta classificação, os organismos são ordenados de acordo com a morfologia bucal em: 1a- detritívoros seletivos; 1b- detritívoros não seletivos; 2a- formas que se alimentam no epistrato; 2b- predadores ou onívoros. Como descritores univariados abióticos (variáveis ambientais), foram utilizados frações de matéria orgânica, cascalho, areias grossa, média e fina do sedimento, além de seleção e tamanho médio do grão.

Diferenças nos descritores univariados entre os pontos e meses de coleta foram testadas através de análise de variância (ANOVA) bifatorial. Testes de Cochran foram aplicados para homogeneidade das variâncias e os dados foram transformados quando necessário. Testes de comparação de Tukey foram utilizados quando diferenças significativas foram detectadas ( $p < 0,05$ ). Os descritores que, mesmo transformados, não passavam pelo teste foram testados, então, por análises não paramétricas de Kruskal-Wallis.

Em relação às análises multivariadas não paramétricas, matrizes de similaridade foram construídas, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, a partir dos dados da fauna bentônica. Os dados foram ordenados e plotados através da análise de ordenação (MDS, *Multidimensional Scaling*) e as diferenças dos dados da fauna entre os pontos e as coletas foram testadas através da análise de similaridade ANOSIM. A contribuição relativa de cada espécie para a dissimilaridade entre os pontos e entre as coletas foi determinada na análise de classificação SIMPER.

As relações entre os índices univariados da fauna bentônica e as variáveis ambientais foram avaliadas através da correlação de Spearman. A análise BIO-ENV foi utilizada para determinar as possíveis relações entre a estrutura multivariada da comunidade e combinações de variáveis ambientais, definindo assim o conjunto de variáveis que melhor explicam a estrutura da fauna (Clarke e Ainsworth 1993).

As análises uni- e multivariadas acima citadas foram realizadas como proposto por Elliot (1979), Field et al. (1982), Burd *et al.* (1990), Clarke & Ainsworth (1993) e Clarke & Warwick (1994). Os aplicativos STATISTICA v.7 e PRIMER v.6

foram utilizados para realizar as análises estatísticas, enquanto o SysGran v.3.0 foi utilizado para processar os dados das análises de granulometria.

## 1.3 Resultados

### 1.3.1 Variáveis ambientais

Durante as coletas, os valores das variáveis ambientais obtidos entre os pontos podem ser observados na tabela 1.1. O sedimento na área de estudo foi caracterizado como areia fina moderadamente selecionada. As variáveis ambientais não passaram pelo teste de homocedasticidade de Cochran. Análises de Kruskal-Wallis foram então aplicadas e foram observadas diferenças significativas para todas as variáveis entre os pontos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1.2). No Ponto 2 foram registrados as maiores porcentagens de areia. Nos pontos 3 e 4 foram detectados os maiores valores para as demais variáveis ambientais; o Ponto 3 com maior tamanho médio do grão e porcentagens de silte e matéria orgânica e o Ponto 4 com maiores valores para a seleção do grão e quantidade de cascalho.

### 1.3.2 Macrofauna

Foram encontrados 502 organismos distribuídos em 36 táxons, sendo a classe Polychaeta a mais abundante contribuindo com 92% dos organismos encontrados. Os demais grupos taxonômicos, tais como: Crustacea, Nemertea, Oligochaeta, Mollusca, Gobiidae (Pisces) e Chironomidae (Insecta) contribuíram juntos com 8% dos organismos encontrados.

Dentre a classe Polychaeta, *Heteromastus sp.* foi o gênero dominante com 33%, seguidos de *Aonides sp.* (15%) e *Capitella capitata* (13%). A lista completa dos organismos encontrados no presente estudo se encontra na (tabela 1.4).

Em relação aos índices univariados da macrofauna, todos os índices registraram diferenças significativas tanto entre os pontos quanto entre as coletas ( $p < 0,05$ ) (Figura 1.3; Tabela 1.3). Em relação aos pontos, no Ponto 2 foram

registrados os menores valores para todos os índices analisados. Já entre as coletas, em Nov/12 foram registrados os maiores valores significativos para todos os índices. Quando comparado os pontos em relação às coletas, foram observadas diferenças significativas para a abundância. No Ponto 3, foi registrado maior valor médio em Nov/12 do que em mai/12. Quando comparado os pontos na coleta de Nov/12, o Ponto 3 obteve maiores valores do que os Pontos 1 e 2 ( $p < 0,05$ ) (Figura 1.3; Tabela 1.3).

Através das análises multivariadas MDS e ANOSIM, foram detectadas diferenças significativas na estrutura da macrofauna entre pontos e coletas (Figura 1.4). Quanto aos pontos, é possível observar um agrupamento entre as amostras de mesmos pontos no MDS da Figura 1.4a. O ANOSIM confirma a significância do resultado ( $R_{\text{Global}}=0,358$ ;  $p < 0,05$ ), mostrando que todos os pontos são significativamente diferentes entre si (para as análises par-a-par, todos os resultados foram  $p < 0,05$ ). Em relação às coletas, no MDS apresentado na Figura 1.4b é possível visualizar uma tendência a separação entre as amostras dos meses de mai/12 e Nov/12. Além disso, a análise de similaridade (ANOSIM) confirma que a estrutura da macrofauna do mês de mai/2012 é significativamente diferente do mês de nov/2012 ( $R_{\text{Global}}=0,135$ ;  $p < 0,05$ ).

O SIMPER demonstra que variações na abundância dos táxons *Heteromastus sp.*, *Allita succinea*, *Aonides sp.*, *Capitella capitata* e capitellidae indet. foram responsáveis por 51% de dissimilaridade entre as coletas de mai/2012 e nov/2012. As espécies responsáveis por cerca de 50% da dissimilaridade entre os pontos podem ser observadas na Tabela 1.7.

### 1.3.3 Meiofauna

Foram encontrados 146 organismos distribuídos em quatro táxons. O filo Nematoda foi o mais abundante, contribuindo com 80% dos organismos encontrados. Os demais grupos taxonômicos como Copepoda, Acari e Polychaeta contribuíram juntos com 20% dos organismos. A lista completa dos organismos da meiofauna se encontra na Tabela 1.5.

Em relação aos índices univariados da meiofauna, todos os índices registraram diferenças significativas entre os pontos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1.3). O Ponto 1 foi o que obteve os maiores valores para todos os índices, sendo significativamente maiores que os valores registrados nos Pontos 3 e 4 (Figura 1.5).

Através das análises multivariadas, também foram detectadas diferenças significativas na estrutura da meiofauna entre os pontos. Apesar do MDS não mostrar uma segregação das amostras de um mesmo ponto (Figura 1.6a), o ANOSIM confirma a significância da diferença ( $R_{\text{Global}} = 0,135$ ;  $p < 0,05$ ) com o Ponto 1 sendo o ponto diferente dos demais.

As variações das abundâncias de Nematoda foram responsáveis por mais de 68% de dissimilaridade em comparações par-a-par entre o Ponto 1 e os demais (SIMPER).

Para as diferenças na estrutura da meiofauna entre as coletas, tanto as análises univariadas quanto as multivariadas não mostraram resultados significativos (Tabela 1.3; Figura 1.6b).

#### 1.3.4 Nematofauna

Durante o período de amostragem foram coletados 116 Nematoda distribuídos em 20 táxons. O gênero mais abundante foi *Daptonema* sp. (40%) seguido de Nematoda sp 3 (10%), *Terschellingia longicaudata* (8%), Nematoda indet (7%), *Desmodora* sp. e *Terschellingia* sp. contribuíram juntos com (6%). (Tabela 1.6).

Em relação aos índices univariados, a ANOVA detectou algumas diferenças significativas para a riqueza abundância e diversidade (Tabela 1.3). A riqueza apresentou diferenças significativas para ponto e coleta ( $p < 0,05$ ). O Ponto 1 foi significativamente maior do que os Pontos 2, 3 e 4. Entre as coletas, o mês de novembro/2012 registrou maior riqueza do que a coleta de maio/2012. A abundância apresentou diferenças significativas para ponto, coleta e pontoXcoleta ( $p < 0,05$ ). Quanto aos pontos, o Ponto1 obteve maior abundância significativa em relação aos demais (Figura 1.7). Entre as coletas, o mês de novembro/2012 obteve maior abundância do que maio/2012. Quanto as diferenças registradas em pontoXcoleta,

no Ponto 1 da coleta de Nov/12 foi registrado maior valor significativo que nesse mesmo ponto em Mai/12. Para a diversidade, somente foi possível observar diferenças significativas entre os pontos ( $p < 0,05$ ). O Ponto 1, nesse caso, obteve maior diversidade somente do que o Ponto 4.

Em relação ao tipo alimentar somente os detritívoros seletivos (1a) mostraram diferenças significativas entre os pontos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1.3). O Ponto 1 apresentou uma maior quantidade de detritívoros seletivos em relação aos demais (Figura 1.9). Quanto ao índice de maturidade não foram registradas diferenças significativas (Tabela 1.3; Figura 1.10).

Através das análises multivariadas (MDS e ANOSIM), não foi possível observar diferenças significativas para os dados de Nematoda entre os pontos e coletas (pontos:  $R_{Global} = 0,097$ ;  $p = 0,07$ ; coletas:  $R_{Global} = 0,031$ ;  $p = 0$ ,) (figura 1.8).

### **1.3.5 Relações entre variáveis ambientais e comunidade Bentônica**

Alterações na estrutura da comunidade bentônica foram pouco relacionadas com as variáveis ambientais (BIO-ENV). Os melhores valores de  $p$  para a macrofauna foi de 0,373 indicando o tamanho médio e o ph como as variáveis que mais se relacionam com a estrutura da macrofauna.

O maior valor de  $p$  para a meiofauna foi 0,305, que indicou a seleção e o tamanho médio do grão, junto com a matéria orgânica como as variáveis ambientais que mais se relacionaram com a estrutura da meiofauna.

Em relação à nematofauna o melhor valor de  $p$  foi 0,326 indicando o ph, frações de areia e matéria orgânica como as variáveis ambientais responsáveis por alterações na estrutura da nematofauna.

Os resultados das análises de correlações de Spearman revelaram relações significativas entre as variáveis ambientais e os componentes da fauna bentônica. A macrofauna apresentou correlações positivas com o tamanho médio do grão, frações de finos e matéria orgânica. Já a meiofauna e nematofauna apresentaram correlações positivas com a seleção do grão, e porcentagem de cascalho, além disso a meiofauna apresentou correlação positiva com a porcentagem de areia, e nematofauna com o tamanho médio do grão.

## 1.4 Discussão

A fauna bentônica encontrada no estuário do Rio São Mateus é típica de ambientes estuarinos (Rosa e Bemvenuti 2006; Ourives *et al.* 2011; Fonseca e Netto 2006). Amaral e Jablonski (2005) já haviam chamado atenção para a grande quantidade de estuários presentes desde o delta do Parnaíba até a divisa da Bahia com o Espírito Santo e que muitos dos grupos de organismos encontrados no presente estudo são abundantes nos estuários dessa região. Além disso, é possível notar que a riqueza de organismos pertencentes à macrofauna encontrada no presente estudo também é maior do que o que vem sendo registrados em estudos realizados em estuários do sul do país (Rosa e Bemvenuti 2006; Colling *et al.* 2007; Costa e Netto 2014).

Em relação à macrofauna, as análises uni- e multivariadas mostraram que ocorreram mudanças espaciais e temporais em sua estrutura. Quanto às mudanças espaciais, o Ponto 2 foi o que mais se destacou, por apresentar os menores valores significativos para os índices biológicos analisados. Este ponto está localizado no Rio São Domingos e foi caracterizado por ser o ponto com grande quantidade de areia e com menor salinidade mesmo quando a maré estava alta no estuário. Rosa filho *et al.* (2006) encontrou resultado semelhante em estudo com gradiente de salinidade no estuário do Rio Caeté. Em contraponto, o aumento da diversidade em direção as regiões com maior salinidade pode ser explicado devido à intolerância fisiológica da maioria das espécies às variações drásticas na salinidade, uma vez que o número de espécies é maior no mar do que em rios e estuários (Bulger *et al.* 1993; Barnes, 1994). Já em relação ao baixo teor de matéria orgânica e grande quantidade de areia encontrados também no Ponto 2, possivelmente pode estar relacionado com o hidrodinamismo do rio, fazendo com que as partículas finas sejam carregadas para fora do Rio São Domingos ou fiquem retidas nos manguezais ao entorno.

O Ponto 1 foi caracterizado por um conjunto de táxons diferente dos encontrados nos demais pontos. Possivelmente as espécies que o compõe são típicas de ambiente marinho, já que este ponto se encontra próximo a foz. Os maiores teores de finos e matéria orgânica foram registrados no Ponto 3. Neste ponto foi registrado, também, os maiores adensamentos de *Heteromastus* sp., que foi o organismos mais abundante no presente estudo e possivelmente o responsável

pelo aumento da abundância total de organismos registrado somente nesse ponto, na coleta de Nov/12. Essa espécie é caracterizada por ter hábito oportunista, ser comedora de depósitos e indicadora de ambientes enriquecidos organicamente (Pearson & Rosenberg 1978). Além disso, resultado semelhante foi encontrado por Ourives *et al.* (2011), que observaram grande quantidade de *Heteromastus* sp. em áreas de sedimento fino e com alto teor de matéria orgânica, principalmente em meses com alta pluviosidade, assim como ocorreu no presente estudo. Segundo os autores, o aumento dessa espécie em períodos chuvosos pode estar ligado à entrada de detritos de manguezais adjacentes transportados pelas chuvas para o leito do rio. O Ponto 4 apresenta componentes da macrofauna parecidos com o Ponto 3, porém a abundância desses foi menor o que refletiu na diferença detectada pelas análises multivariadas.

Assim como ocorreu em outros estudos realizados com fauna bentônica no norte do Espírito Santo (Neves, 2011; Chagas 2012; Teodoro 2013) e em outros lugares do Brasil (Rosa e Bemvenuti 2006), aqui também foram registrados os maiores índices biológicos para o mês de novembro/2012, que é caracterizado pela elevação das temperaturas com a proximidade do verão. Da mesma forma que já foi discutido nos trabalhos acima citados, este fato pode estar relacionado ao processo de recrutamento característico que ocorre em meses quentes. Por outro lado, neste período os organismos possivelmente ficam vulneráveis à ação de predadores, o que pode refletir a redução da abundância nos meses mais frios, aliado a ausência de processo de recrutamento das espécies nessa época.

Em contraste, para a meiofauna, as análises uni- e multivariadas detectaram apenas mudanças espaciais. O Ponto 1, nesse caso, foi onde houve os maiores valores significativos para os índices bióticos analisados e onde ocorreram as maiores abundâncias de Nematoda. Nesse ponto é possível observar uma combinação de fatores que poderiam estar relacionadas a esse resultado. A circulação de água pela proximidade do mar, com conseqüente maiores salinidades nesse local e o despejo de efluentes urbanos, que facilita uma oferta de alimentos a mais, poderiam explicar a alta abundância de Nematoda no local.

Além disso, neste Ponto ocorreram as maiores quantidades do gênero *Daptonema* (detritívoro não seletivo) e *Terschellingia* (detritívoro seletivo). Organismos detritívoros seletivos apareceram somente no Ponto 1, o que

possivelmente seja um indício que nesse local tenha alimentos diferentes dos outros pontos, que pode ser consequência do despejo de esgoto no local. Em estudo feito por Nanajkar e Ingole (2010) na Índia, as espécies oportunistas de Nematoda apresentaram maiores abundâncias perto de descargas de esgoto e diminuía à medida que se distanciavam do despejo, assim como foi observado no presente estudo. Como o lançamento de esgoto acarreta um aumento de bactérias patológicas, estes autores também observaram que o consumo bacteriano por Nematoda pode ajudar na bio-remediação do local e o domínio de *Daptonema* em áreas de lançamentos de efluentes urbanos pode ser considerado um aspecto positivo ao ponto de vista de saúde ambiental. Li e Vincx (1993), também encontraram resultado semelhante em ambiente estuarino da Holanda, onde os detritívoros seletivos foram abundantes em áreas em que a principal fonte de alimento também era a floculação de detritos e bactérias, fato que possivelmente ocorre no Ponto 1 do presente estudo.

O fato de não ter havido mudança temporal na estrutura da meiofauna e de Nematoda pode ser explicado devido às características dos organismos meiofaunais que possuem reprodução contínua, alta fertilidade e nenhum estágio larval, que permite uma melhor estabilidade para estes organismos ao longo do tempo (Coull, 1988).

Dessa forma, no estuário do Rio São Mateus os componentes da fauna bentônica (macro e meiofauna) apresentaram mudanças na estrutura. Com a proximidade do mar a salinidade e o hidrodinamismo influenciam nas características do sedimento ocasionando mudanças na estrutura da fauna. Um acréscimo no teor de matéria orgânica no período chuvoso também foi observado, levando em consideração a presença de manguezal na região. Porém os fatores ambientais parecem direcionar as alterações na estrutura da fauna.

## 1.5 Referências Bibliográficas

Amaral, A.C.Z., Jablonski, S. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade* 1(1): 43-51.

Aviz, D., Carvalho, I.L.R., Rosa-Filho, J.S. Spatidal and temporal chages in macrobenthic communities in the Amazon coastal zone (Guajará Estuary, Brazil) caused by discharge of urban effluents. *Scientia Marina* 76(2): 381-390.

Barnes, R.S.K. 1994. Macrofaunal community structure and life histories in coastal lagoons. *Elsevier Oceanography series*, 60: 311-362.

Barros, F., Costa, P.C., Cruz, I., Mariano, D.L.S., Miranda, R.J.2012. Benthic habitats in Todos os Santos Bay. *Revista Virtual de Química*, 4(5): 551-565.

Bemvenuti, C.E., Angonesi, L.G., Gandra, M.S. 2005. Effects of dredging operations on soft bottom macrofauna in a harbor in the Patos Lagoon estuarine region of southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65 (4): 573-581.

Bongers, T., Alkemade, R., Yeates, G.W. 1991. Interpretation of disturbance – induced maturity decrease in marine nematode assemblages by means of the maturity index. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 76, 135-142.

Bulger, A.J., Hayden, B.P., Monaco, M.E., Nelson, D.M, McCormick-Ray, M.G. 1993. Biologically-based estuarine salinity zones derived from a multivariate analysis. *Estuaries* 16 (2): 311-322.

Burd, B. J.; Nemeč, A.; Brinkhurst, R. O. 1990. The development and application of analytical methods in benthic marine infaunal studies. *Advances in Marine Biology*, 26, 169-247.

Canary, A.C., Poersch, L., Wasielesky, J.W.2009. Impacto dos efluentes de cultivo semi-intensivo de camarão sobre a fauna bentônica no sul do Brasil. *Acta Scientiarum. Biological science*, 31 (4): 345-353.

Chagas, F.M. 2012. 46p. Distribuição espaço-temporal da macrofauna bentônica da Praia de uruçuará, São Mateus ES. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas)-Centro Universitário Norte do Espírito Santo/ Universidade Federal do Espírito Santo.

Clarke, K. R.; Ainsworth, M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, 92, 205-219.

Clarke, K. R; Warwick, R. M. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth. NERC. 187p.

Colling, L.A., Bemvenuti, C.E., Gandra, M.S. 2007. Seasonal variability on the structure of sublittoral macrozoobenthic association in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. *Ilheringia, Série Zoológica*, 97(3): 257-262.

Colpo, K.D., Brasil, M.T., Camargo, B.V. 2009. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas Orizícolas rural, Santa Maria, 39 (7): 2087-2092.

Costa, K.G., Netto, S.A. 2014. Effects of small-scale trawling on benthic communities of estuarine vegetated and non-vegetated habitats. *Biodiversity and Conservation*, 23: 1041-1055.

Coull, B.C. 1988. Ecology of the marine meiofauna. In: Higgins, R.P., Thiel, H. (Eds.), *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.18-38.

De Grave, S., Whitaker, A. 1999. Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Marine Pollution Bulletin* 38,102–108.

DHN. Diretoria de Hidrografia e navegação. Disponível em [www.Mar.mil.br](http://www.Mar.mil.br). Acesso em: 2012.

Esteves, A.M., Absalão, R.S., Silva, V.M.A.P. 1995. Padronização e avaliação da eficiência da técnica de flotação na extração da meiofauna em uma praia de areia grossa (Praia vermelha, RJ). Publicação especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo 11: 223-227.

Elliot, J. M. 1979. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. 2<sup>nd</sup> Ed. London. Freshwater Biological Association. 157p.

Fernandes, M.M.S. 2007. Comunidades de pescadores artesanais de Meleiras e Barreiras, Conceição da Barra-ES. Inserção dos territórios tradicionais na dinâmica econômica capixaba. 198 p. Dissertação (mestrado em geografia)- Universidade de São Paulo, São Paulo.

Field, J. G.; Clarke, K. R.; Warwick, R. M. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. Marine Ecology Progress Series, 8,37-52.

Fonseca, G., e Netto, S.A. 2006. Shallow sublittoral benthic communities of the laguna estuarine system, south Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, 54 (1): 41-54.

Gomes, C.A.A., Santos, P.J.P., Alves, T.N.C., Rosa-Filho, J.S., Souza-Santos, L.P. 2002. Variação temporal da meiofauna em área de manguezal em Itamaracá – Pernambuco. Atlântica Rio Grande, 24 (2): 89-96.

Guerra-García, J.M., Corzo,J., García-Gómez,J.C. 2003. Short-Term benthic recolonization after dredging in the harbor of Ceuta north África. Marine Ecology, 24 (3): 217-229.

Harvey, M., Gouthier, D., Munro,J. 1998. Temporal changes in the composition and abundance of the macrobenthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à beaufils, baie des chaleurs, eastern Canadá. Marine Pollution Bulletin, 36 (1): 41-55.

IEMA. 2013. Plano de manejo da APA de Conceição da Barra. 143 p.

INCAPER. 2013. Programa de assistência Técnica e extensão rural proater. 26 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em [www.inpe.br](http://www.inpe.br). Acesso em: 2012.

Kapusta, S.C., Bemvenuti, C.E., Wurdig, N.L. 2006. Meiofauna spatidal-temporal distribution in a subtropical estuary of southern coast Brazil. *Journal of Coastal Research, Special Issue 39*, 1238-1242.

Kennish, M.J. 1997. *Practical handbook of estuarine and marine pollution*. Boca Raton, USA: CRC press: 524 pp.

Li, J., e Vincx, M. 1993. The temporal variation of intertidal nematodes in the westerschelde I. The importance of an estuarine gradient. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 27 (2-4): 319-326.

Nanajkar, M., e Ingole, B. 2010. Impacto f sewage disposal on a nematode community of a tropical Sandy beach. *Journal of Environmental Biology*, 31: 819-826.

Neves, 2011. 40p. Macrofauna bentônica do sublitoral raso do estuário do Rio Ipiranga, São Mateus, ES. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas)-Centro Universitário Norte do Espírito Santo/ Universidade Federal do Espírito Santo.

Oliveira, S.P., Moura, C.A.V., Rosa-Filho, J.S. 2013. Avaliação de Oligochaeta (Tubificinae) e Polychaeta (*Namalycastis abiuma*) como bioindicadores da composição isotópica de chumbo: exemplo do estuário Guajarino, Belém (PA), Brasil. *Pesquisa em Geociências* 40 (2): 141-146.

Ourives, T. M., Rizzo, A.E., Boehs, G. 2011. Composition and spatidal distribution of the benthic macrofauna in the Cachoeira River estuary, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 46 (1): 17-25.

Paula, J.H.C., Rosa-Filho, J.S., Souza, A.L.B., Aviz, D. 2006. A meiofauna como indicadora de impactos da carcinicultura no estuário de Curuçá (PA). Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 19:61-72.

Pearson, T.H., e Rosenber, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 16, 229-311.

Rosa, L.C., e Bemvenuti, C.E. 2006. Seasonal stratification of the estuarine macroinfauna of the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. An International Journal of Marine sciences, 22 (2): 17-23.

Rosa-Filho, J.S., Busman, D.V., Viana, A.P., Gregório, A.M., Oliveira, D.M. 2006. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goldi, Ciências Naturais, Belém, 1(3): 85-96.

Suguio, K. 1973. Introdução a sedimentologia. Ed. Edgard Blücher, São Paulo. 1a. edição.

Taniwaki, R.H., Smith, W.S. 2011. Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do reservatório de Ituparanga, Votorantim-SP, Brasil. Revista do Instituto de Ciências da saúde, 29 (1):7-10.

Teodoro, N.M.S. 2013. 51p. Distribuição espaço-temporal da poliquetofauna do recife de arenito da Praia de uruçuará, São Mateus, ES. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas)-Centro Universitário Norte do Espírito Santo/Universidade Federal do Espírito Santo.

Wieser, V.W. 1953. Die Beziehung Mundhöhlengestalt, Ernährungs Weise und vorkommen bei freilebender marinen nematoden. Arkiv För Zoologi 4, 439-484.

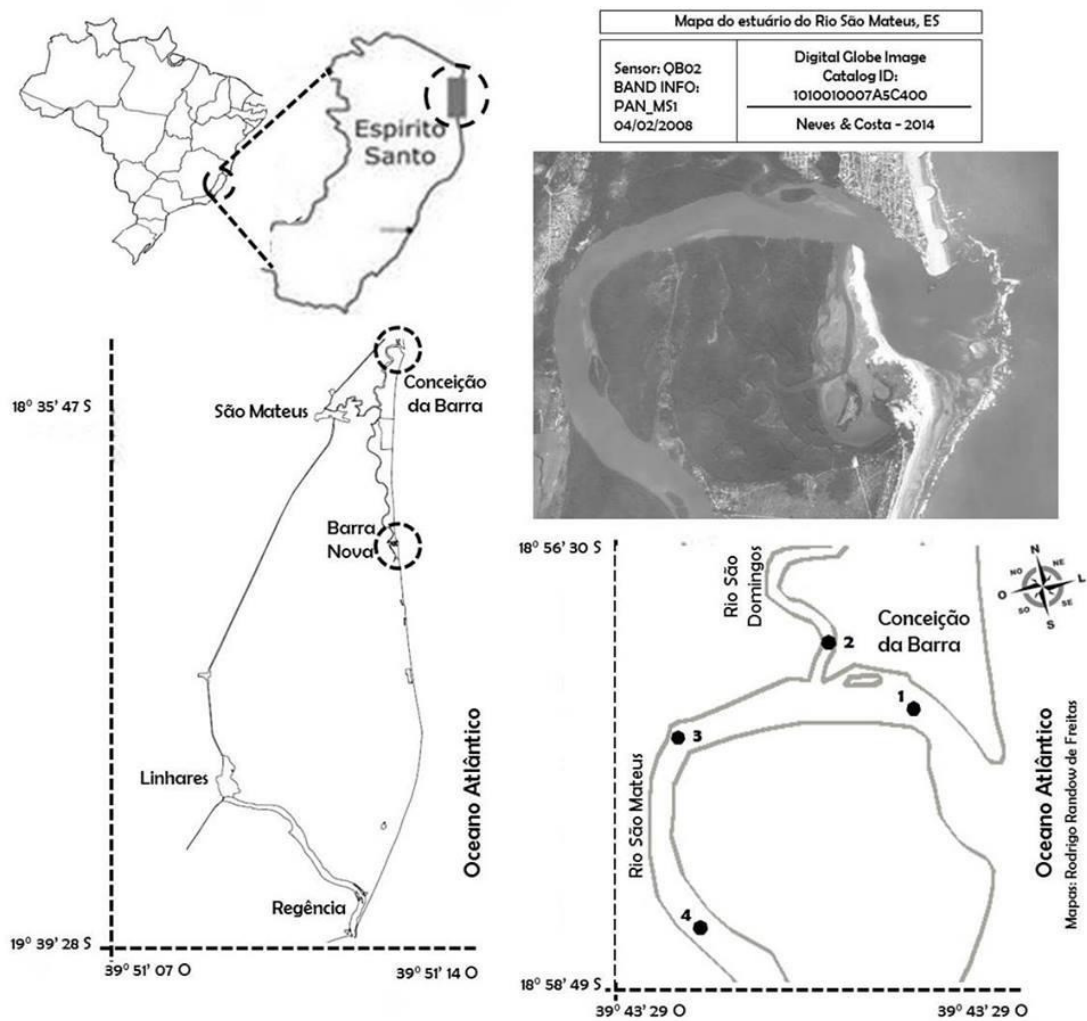


Figura 1.1: Mapa de localização do estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES com a marcação dos quatro pontos de amostragens.

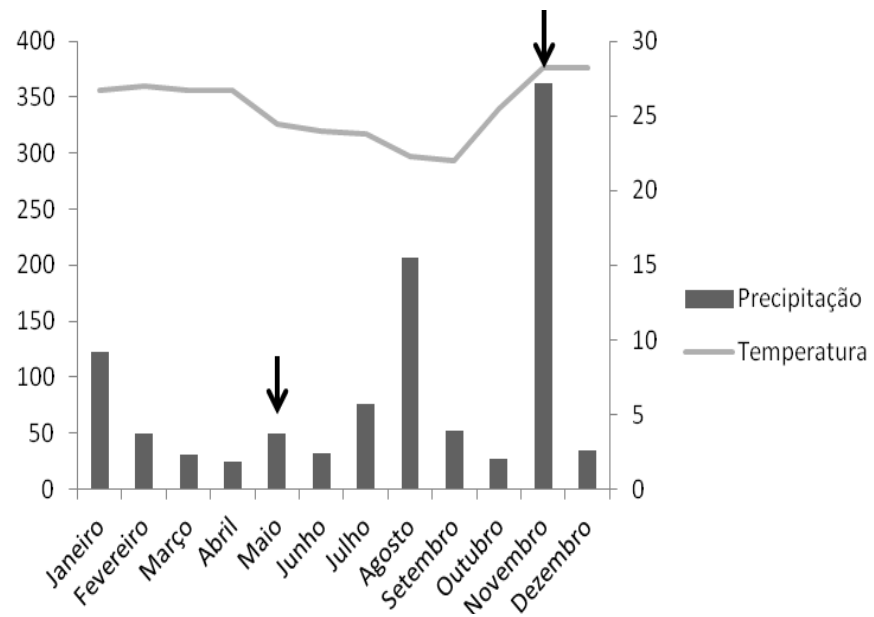


Figura 1.2: Caracterização de temperatura do ar (°C), e precipitação acumulada (mm), durante o ano de 2012 para a região Norte do Espírito Santo. Fonte: INPE.

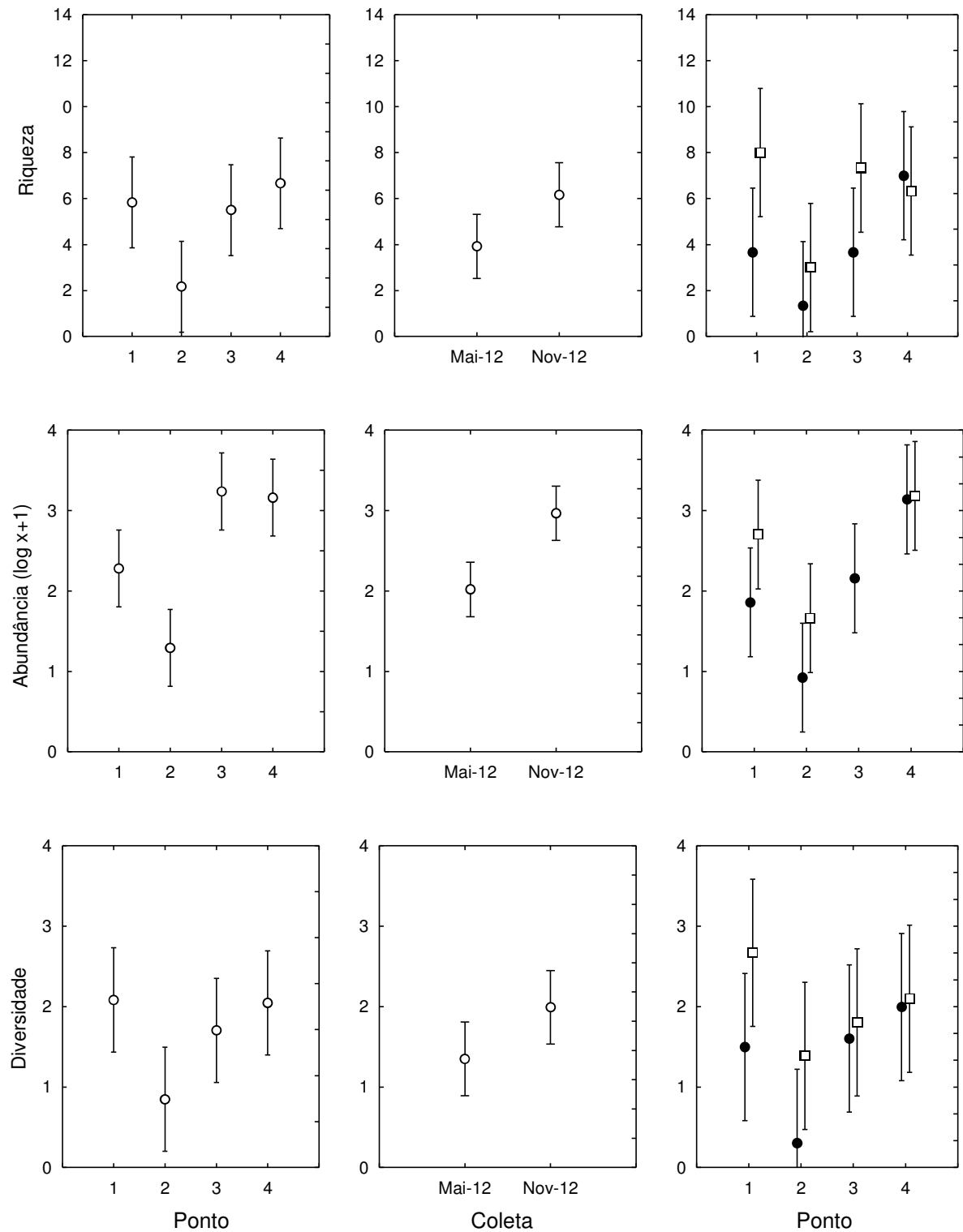


Figura 1.3: Descritores univariados da macrofauna bentônica entre os pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). ● maio/2012 □ novembro/2012.

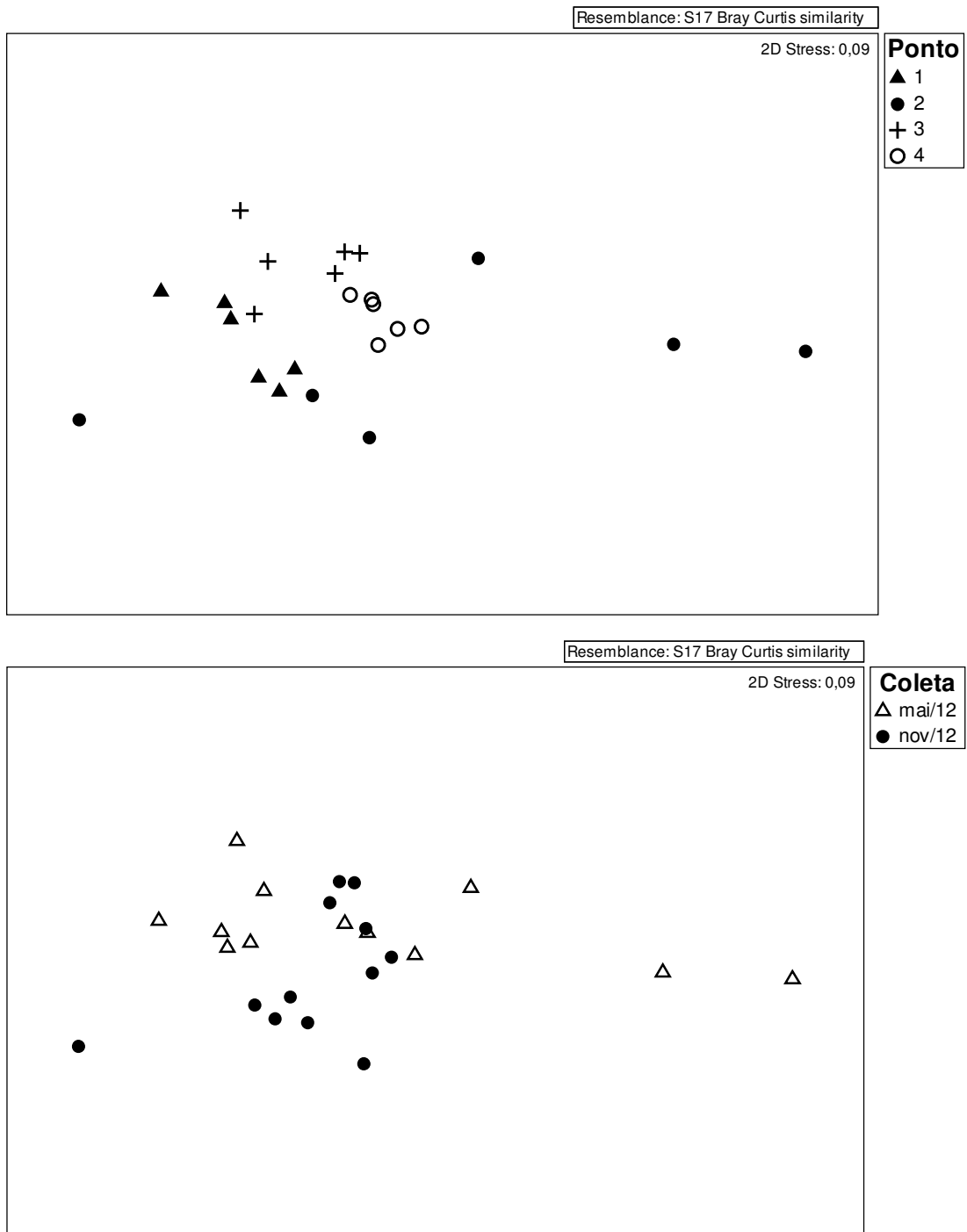


Figura 1.4: Análise de ordenação (MDS) da macrofauna bentônica entre os pontos (a) e entre as coletas (b) realizados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

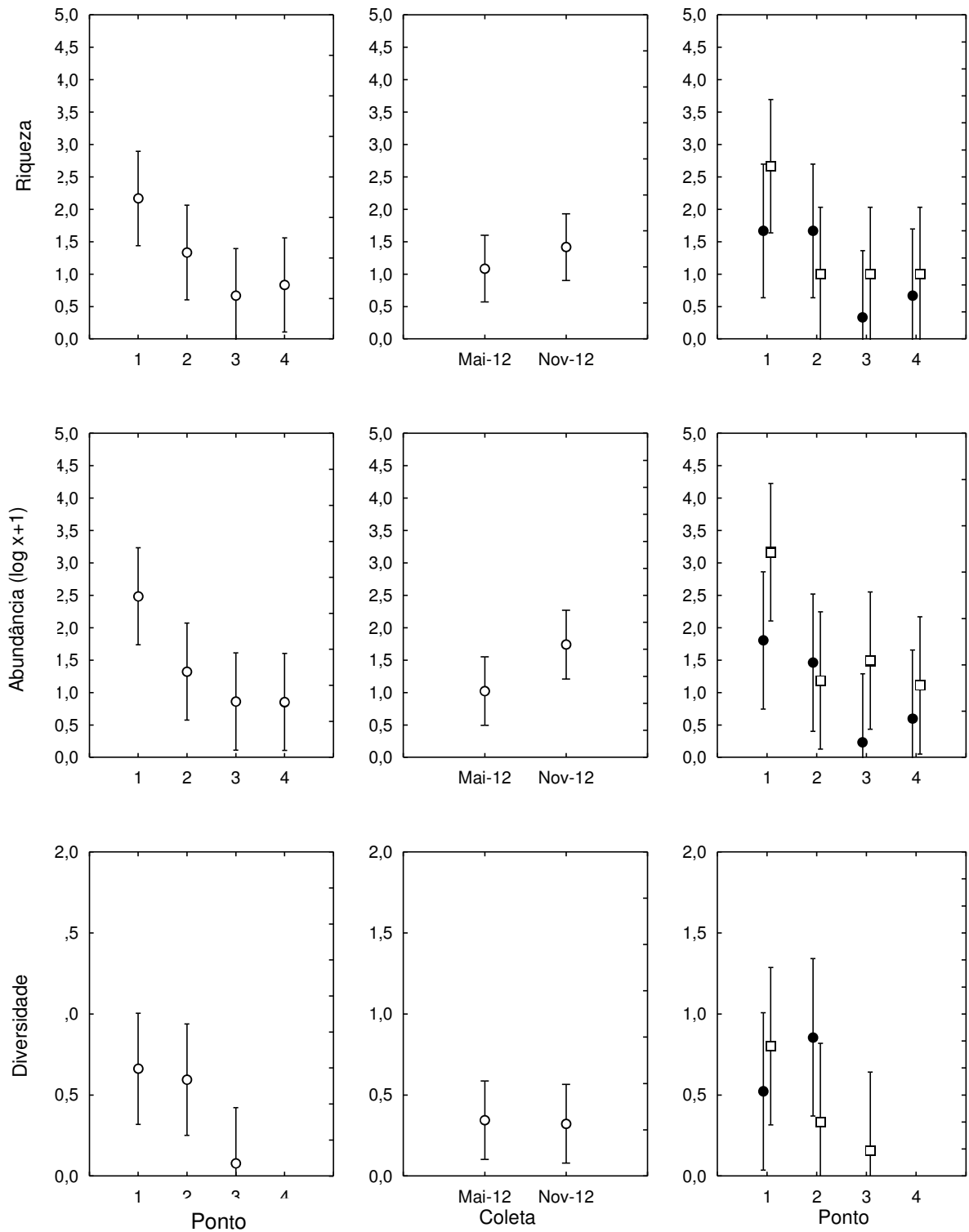


Figura 1.5: Descritores univariados da meiofauna bentônica entre os pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). ● maio/2012 □ novembro/2012.

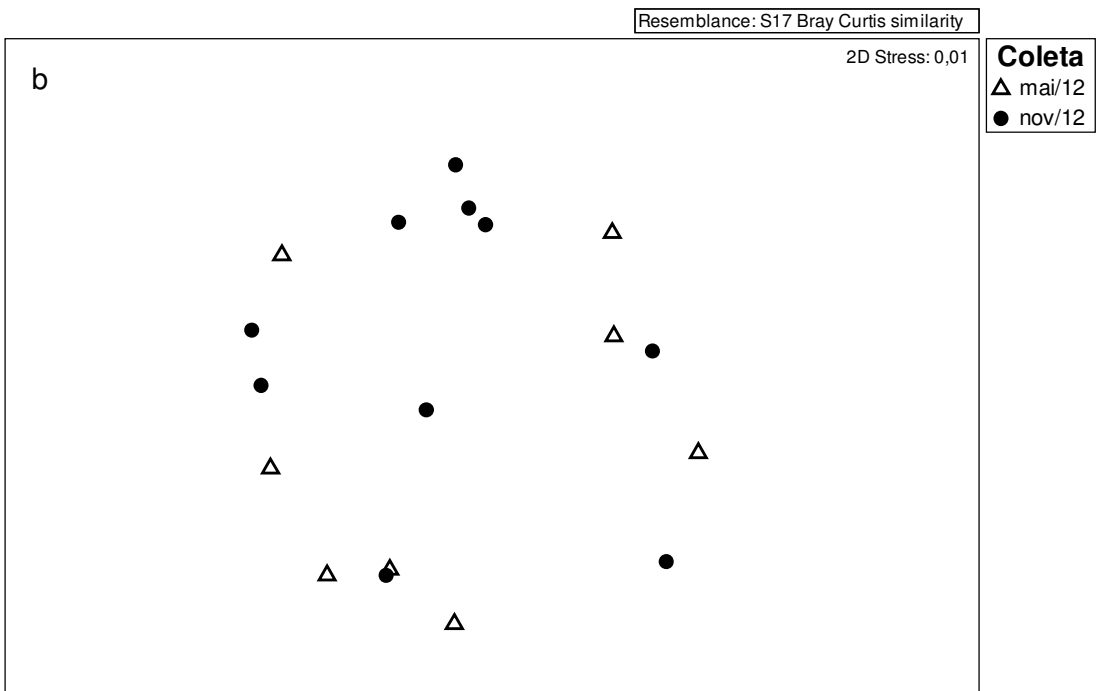
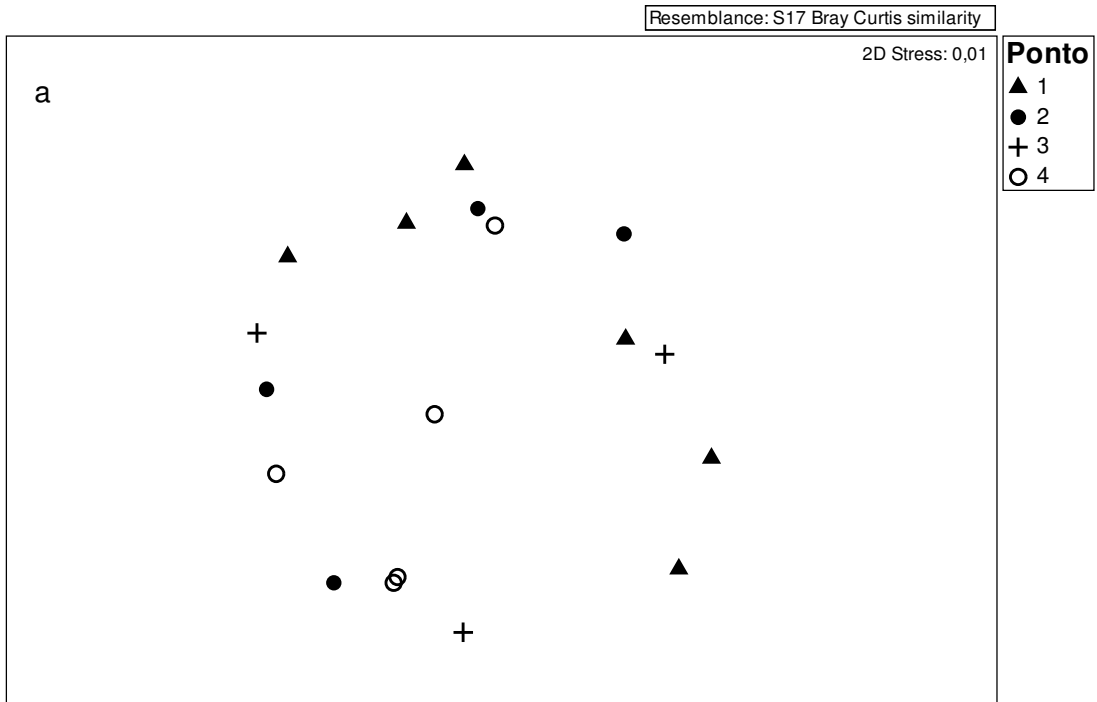


Figura 1.6: Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica entre os pontos (a) e entre as coleta (b) realizados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

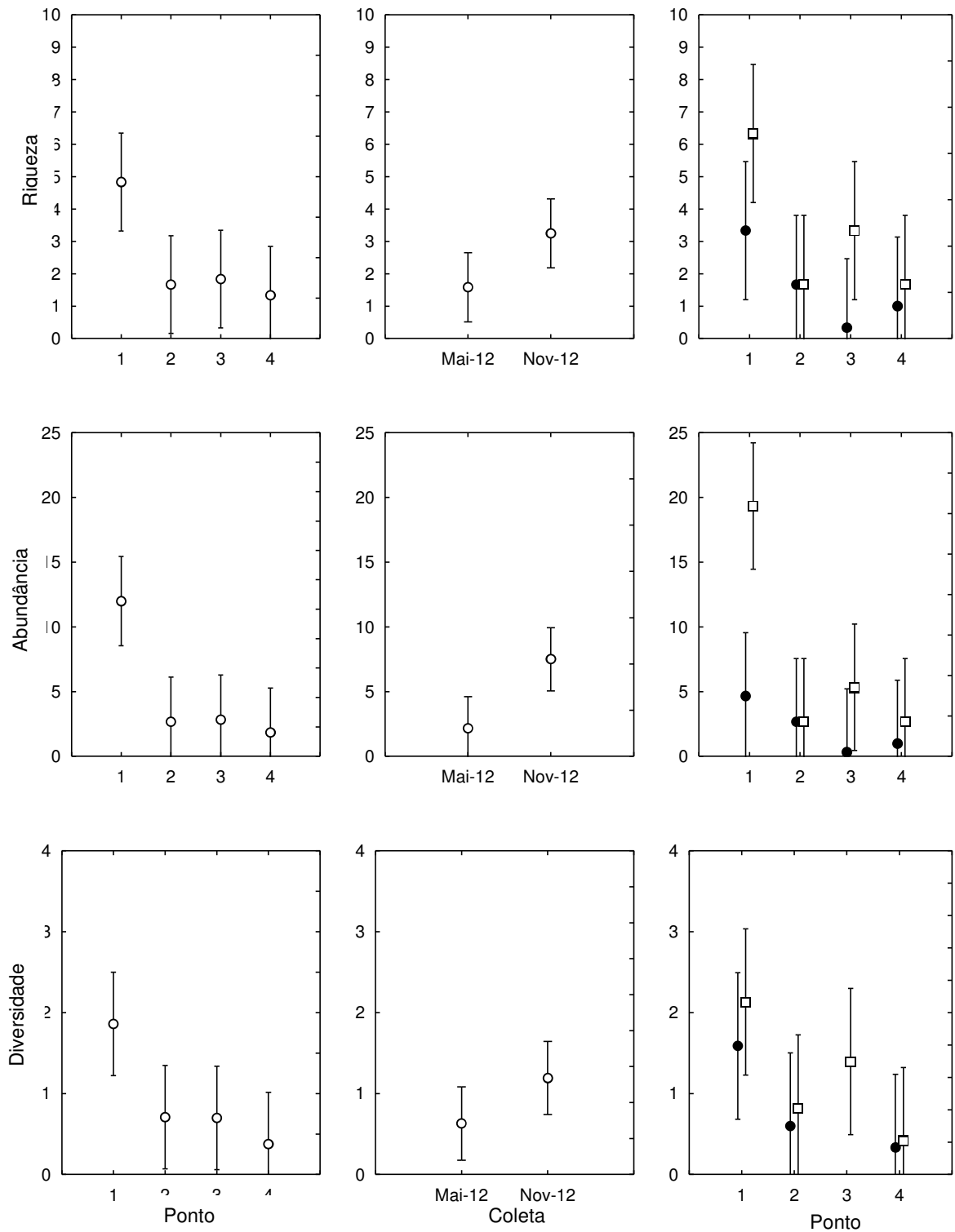


Figura 1.7: Descritores univariados da nematofauna entre pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). ● maio/2012 □ novembro/2012.

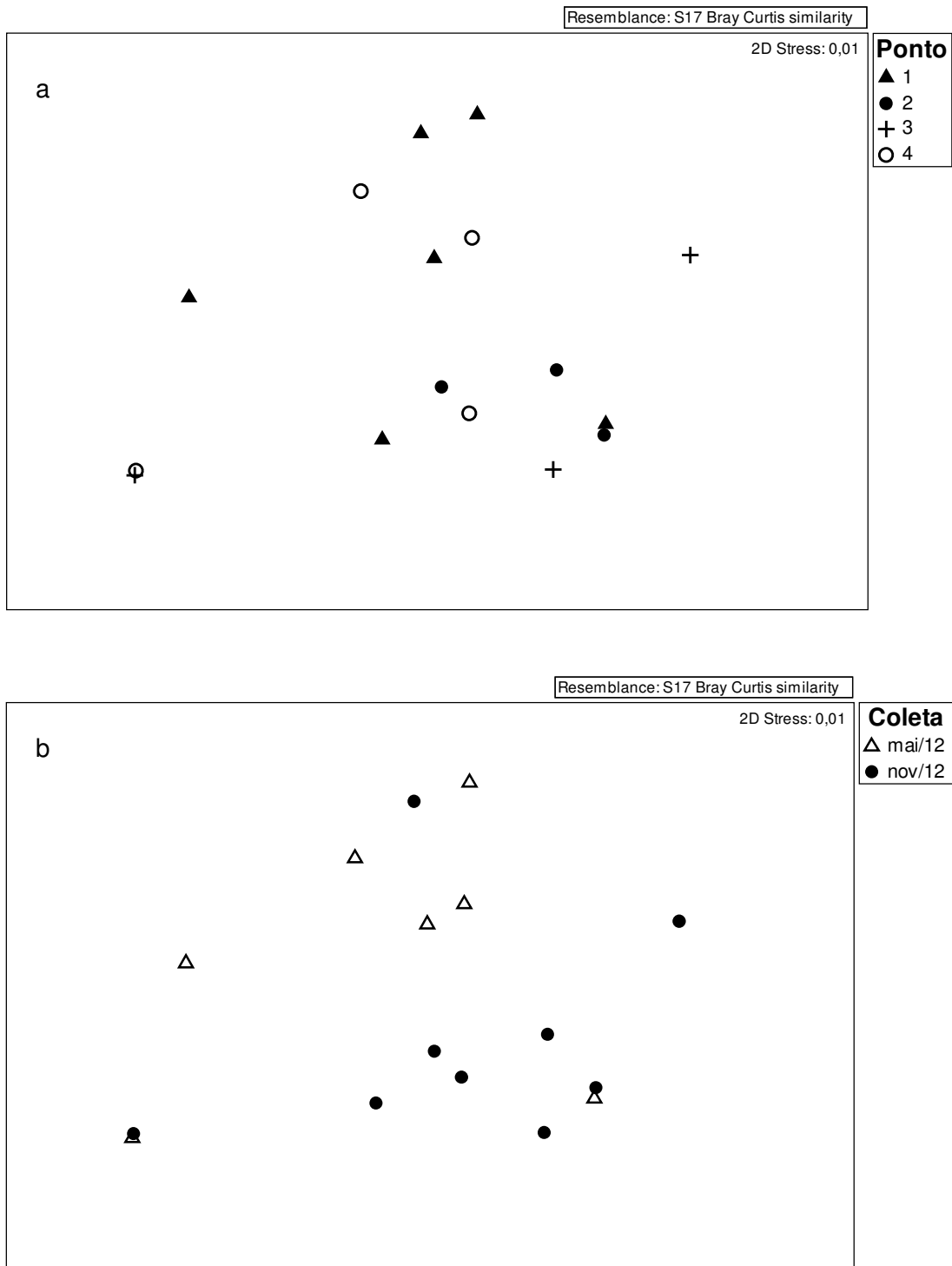


Figura 1.8: Análise de ordenação (MDS) da nematofauna entre os pontos (a) e entre as coleta (b) realizados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

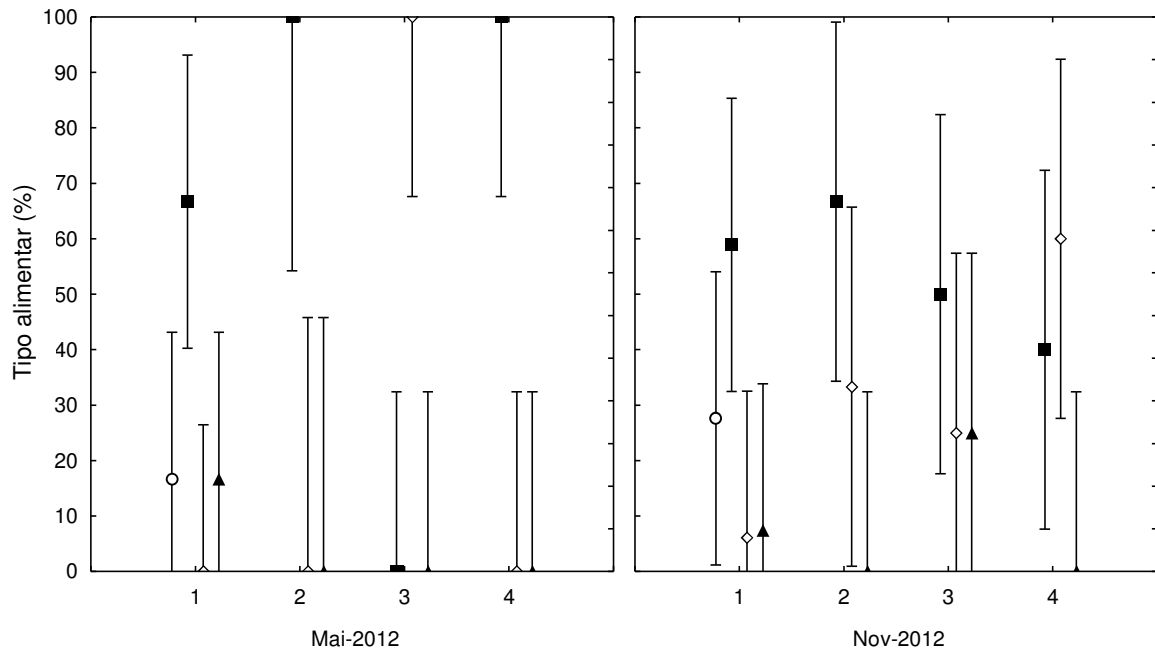


Figura 1.9: Tipo alimentar da nematofauna entre os pontos 1 ○, 2 ■, 3 ◇, 4 ▲; durante as coletas no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). 1a, detritívoros seletivos; 1b, detritívoros não seletivos, 2a, comedores de epístratos e 2b, predadores.

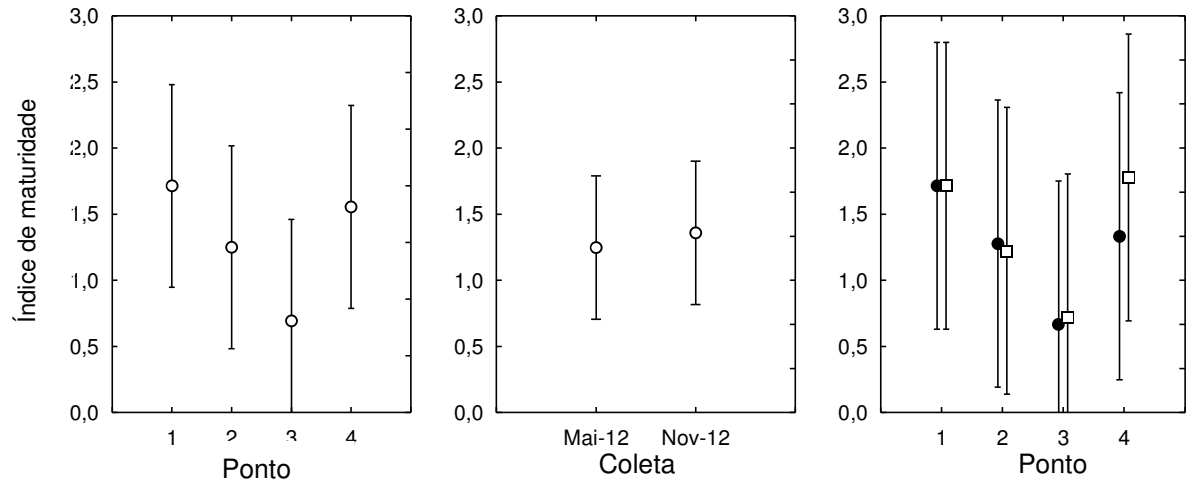


Figura 1.10: Índice de maturidade da nematofauna entre os pontos, coletas e pontoxcoleta no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES. ●maio/2012 □novembro/2012.

Tabela 1.1: Variáveis ambientais registrados entre os pontos durante as coletas no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

Variáveis ambientais	mai/ 12				nov/ 12			
	Ponto1	Ponto2	Ponto3	Ponto4	Ponto1	Ponto2	Ponto3	Ponto4
	5,38	1,2	10,6	7,08	8,47	0,49	9,97	4,52
Matéria Orgânica (%)	(±0,63)	(±0,38)	(±0,87)	(±0,99)	(±0,66)	(±0,16)	(±4,05)	(±0,82)
	93,6	0,88	0,37	91,4	93,1	99,8	92,6	90,4
Areia (%)	(±0,26)	(±0,60)	(±3,69)	(±1,12)	(±1,19)	(±0,08)	(±2,58)	(±2,74)
	0,12	0,88	0,37	4,55	0,01	0,2	0,19	6,45
Cascalho (%)	(±0,08)	(±0,60)	(±0,25)	(±1,46)	(±0,01)	(±0,04)	(±0,10)	(±3,16)
	6,27	0,01	12,9	4,06	6,89	0,01	7,23	3,16
Finos (%)	(±0,32)	(±0,005)	(±3,43)	(±0,40)	(±1,19)	(±0,03)	(±2,53)	(±0,62)
	0,94	0,73	1,04	1,62	0,73	0,71	0,85	1,46
Seleção	(±0,03)	(±0,05)	(±0,10)	(±0,05)	(±0,02)	(±0,03)	(±0,06)	(±0,14)
	2,41	0,85	2,97	1,94	2,75	0,86	2,76	2
Tamanho médio	(±0,02)	(±0,20)	(±0,07)	(±0,21)	(±0,05)	(±0,14)	(±0,13)	(±0,12)
Ph	9,05	9,2	8,65	8,81	7,14	6,99	6,9	7,1
Profundidade (m)	2,33	2,1	1,85	1,73	2,77	2,16	1,4	1,4
Salinidade	38	5	36	30	1	1	1	1
Temperatura (°C)	25,6	27,2	26,6	26,7	28,5	26,7	27,5	26,1

Tabela 1.2: Significância  $p$  para o teste não-paramétrico para granulometria do sedimento e teor de matéria orgânica. Análise de Kruskal-wallis.

	<u>Ponto</u>		<u>Teste de comparações</u>	<u>Coleta</u>	
	F	p	<u>múltiplas</u>	F	p
Tamanho médio	20,74	0,0001	1,3>2; 3>4	0,015	NS
Seleção	17,84	<0,0001	4>1,2	2,61	NS
%Cascalho	17,62	<0,0001	4>1	0,96	NS
%Areia	16,08	0,001	2>3,4; 4>3	0,4	NS
%Slte	20,24	<0,0001	1,3>2; 3>4	0,08	NS
Matéria Orgânica	18,14	<0,0001	3>2	0,16	NS

\*Valores em negrito representam diferenças significativas / NS= Resultados não significativos

Tabela 1.3: Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da macrofauna, meiofauna e nematofauna bentônica encontrados no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

	<u>Ponto</u>		Tukey	<u>Coleta</u>		Tukey	<u>PontoXColeta</u>	
	F	p		F	p		F	p
<b>Macrofauna</b>								
Riqueza	4,5	0,01	2 < 4	5,83	0,02	mai < nov	1,45	0,026
Abundância	16,27	<0,0001	3 > 1 > 2; 4 > 2	17,6	<0,0001	mai < nov	3,82	0,03
Diversidade	3,54	0,03	1, 4 > 2	4,39	0,05	mai < nov	0,85	NS
<b>Meiofauna</b>								
Riqueza	3,84	0,03	1 > 3	0,94	NS		1,09	NS
Abundância	4,72	0,01	1 > 3, 4	4,09	NS		1,16	NS
Diversidade	4,47	0,01	1 > 4	0,01	NS		1,18	NS
<b>Nematofauna</b>								
Riqueza	5,20	0,01	1 > 2,3,4	5,47	0,03	mai < nov	1,20	NS
Abundância	8,67	0,001	1 > 2, 3, 4	10,72	0,004	mai < nov	4,05	0,02
Diversidade	4,66	0,01	1 > 4	3,46	NS		0,95	NS
IM	1,54	NS		0,09	NS		0,098	NS
1a	4,18	0,023	1 > 2, 3, 4	0,25	NS		0,25	NS
1b	1,31	NS		0,02	NS		0,86	NS
2a	1,67	NS		0,12	NS		2,29	NS
2b	1,38	NS		0,12	NS		1,09	NS

\*Valores em negrito representam diferenças significativas / NS= Resultados não significativos



Tabela 1.5: Total de indivíduos dos grupos de meiofauna bentônica encontrados nos pontos de amostragens do estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

	mai/12				nov/12			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Nematoda	14	8	1	3	58	8	16	8
Polychaeta	0	4	0	0	1	0	0	0
Ácari	7	0	0	0	1	2	0	0
Copepoda	2	0	0	0	12	0	1	0

Tabela 1.6: Total de indivíduos da nematofauna encontrado nos pontos de amostragens do estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

	mai/ 12				nov/ 12			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
<i>Cyatholaimidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daptonema</i> sp.	5	1	0	2	25	4	5	4
<i>Desmodora</i> sp.	0	0	0	0	0	3	1	1
<i>Dorylaimopsis</i> sp.	0	0	1	1	1	0	0	1
<i>Metadasynemoides</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sabatieria</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terschellingia longicaudata</i>	0	0	0	0	9	0	0	0
<i>Terschellingia</i> sp.	2	0	0	0	5	0	0	0
<i>Theristus</i> sp.	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Viscosia</i> sp.	2	0	0	0	2	0	2	0
Nematoda indet.	3	1	0	0	1	0	3	0
Nematoda sp1	0	0	0	0	1	0	0	0
Nematoda sp2	0	0	0	0	2	0	0	0
Nematoda sp3	0	0	0	0	8	0	3	1
Nematoda sp4	0	0	0	0	1	0	0	0
Nematoda sp5	0	0	0	0	2	0	0	0
Nematoda sp6	0	0	0	0	0	1	0	0
Nematoda sp7	0	0	0	0	0	0	3	0
Nematoda sp8	0	0	0	0	0	0	0	1
Nematoda sp9	0	0	0	0	1	0	1	0

Tabela 1.7: Resultado SIMPER para a dissimilaridade das espécies da macrofauna bentônica entre os pontos.

	Dissimilaridade (média)	Táxons	Contribuição (%)	Acumulado (%)
Pontos 1 e 2	96,32	<i>Spiophanes</i> sp.	15,72	15,72
		<i>Allita succinea</i>	8,27	23,99
		Nemertea	7,98	31,97
		<i>Amphicteis</i> sp.	7,44	39,4
		Capitellidae indet.	6,36	45,76
		<i>Capitella capitata</i>	6,30	52,06
Pontos 1 e 3	92,33	<i>Aonides</i> sp.	18,17	18,17
		<i>Heteromastus</i> sp.	14,85	33,03
		<i>Capitella capitata</i>	9,26	42,29
		<i>Hemipodia</i> sp.	8,67	50,95
Pontos 1 e 4	93,02	<i>Heteromastus</i> sp.	30,62	30,62
		<i>Capitella capitata</i>	9,2	39,82
		<i>Mediomastus</i> sp.	7,22	47,03
		<i>Aonides</i> sp.	5,4	52,44
Pontos 2 e 3	98,29	<i>Aonides</i> sp.	21,72	21,72
		<i>Heteromastus</i> sp.	15,81	37,53
		<i>Hemipodia</i> sp.	12,57	50,1
Pontos 2 e 4	96,09	<i>Heteromastus</i> sp.	37,59	37,59
		<i>Capitella capitata</i>	9,55	47,15
		<i>Mediomastus</i> sp.	8,77	55,92
Pontos 3 e 4	86,09	<i>Heteromastus</i> sp.	31,4	31,4
		<i>Aonides</i> sp.	15,57	46,98
		<i>Capitella capitata</i>	11,48	58,45

Tabela 1.8: Coeficiente de correlação de Spearman entre os índices da comunidade bêntica e as variáveis ambientais

	Média	Seleção	%Cascalho	%Areia	%Finos	%MO
Macrofauna						
Riqueza	0,37	0,256	-0,102	-0,269	0,372	<b>0,446</b>
Abundância	<b>0,477</b>	0,374	0,043	-0,414	<b>0,43</b>	<b>0,565</b>
Diversidade	0,336	0,214	-0,176	-0,310	<b>0,398</b>	0,311
Meiofauna						
Riqueza	0,004	0,410	0,291	<b>0,203</b>	0,010	0,212
Abundância	0,149	<b>0,458</b>	<b>0,459</b>	0,192	0,127	0,116
Diversidade	0,132	<b>0,541</b>	<b>0,332</b>	<b>0,411</b>	0,117	0,249
Nematoda						
Riqueza	0,068	<b>0,027</b>	<b>0,080</b>	0,041	0,016	0,251
Abundância	0,193	0,400	<b>0,452</b>	<b>0,138</b>	0,177	0,073
Diversidade	0,146	<b>0,421</b>	<b>0,557</b>	0,141	0,299	0,019

Valores em negrito indicam diferenças significativas MO= Matéria orgânica.

## Ponto 1



## Ponto 2



Apêndice 1.1: Imagens do Ponto 1 e Ponto 2 no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES

## Ponto 3



## Ponto 4



Apêndice 1.2: Imagens do Ponto 3 e Ponto 4 no estuário do Rio São Mateus, Conceição da Barra, ES.

## **CAPÍTULO 2**

# **FAUNA BENTÔNICA DO ESTUÁRIO DE BARRA NOVA, SÃO MATEUS – ES**

## 2.1 Introdução

No ambiente estuarino existem vários fatores ambientais combinados que influenciam a distribuição da fauna bentônica. Vários autores apontaram a salinidade como um dos principais fatores ambientais que influenciam a distribuição da fauna (Li e Vincx 1993; Fonseca e Netto 2006). A salinidade, por exemplo, interfere nos índices biológicos (riqueza, abundância e diversidade) atribuindo maiores valores a esses índices em ambientes estuarinos quanto mais próximos ao mar (Barnes 1994; Rosa Filho et al 2006). Outros fatores responsáveis pela distribuição e manutenção da dinâmica da fauna bentônica são a granulometria, temperatura e teor de matéria orgânica no sedimento (Mantelatto e Fransozo 1999; Vasconcelos *et al.* 2004; Omena *et al.* 2012).

Quanto às características do sedimento, áreas com uma maior circulação de água são constituídas por sedimentos grosseiros e possuem pouco teor de matéria orgânica e baixa densidade, já os maiores valores de densidade são encontrados em áreas com sedimento fino e um maior teor de matéria orgânica. Com relação à temperatura, o aquecimento da água em épocas próximas ao verão estimula o processo de recrutamento aumentando o número de espécies, fato que não é observado nos meses frios (Amaral 1980; Rosa e Bemvenuti 2006; Braga *et al.* 2011; Ourives *et al.* 2011;).

O estuário de Barra Nova é de grande importância para a população local, que tem a pesca e a captura de caranguejos como a principal renda econômica. Além dessas atividades, a associação de catadores da região também pesca siris, ostras, mexilhões e sururus. No ano de 2000, o IBAMA e o IEMA trabalharam atendendo a reivindicação dos pescadores de Barra Nova que exigiam na região a implantação de uma reserva extrativista marinha (RESEX), abrangendo as localidades de São Mateus, Linhares e Aracruz e receberia o nome de Reserva Extrativista Marinha de Barra Nova. Porém não foi possível a criação da RESEX em Barra Nova devido ao conflito com o setor petrolífero da região, já que não seria permitido a extração mineral (Incaper 2004; Promar 2005).

O trabalho realizado no estuário de Barra Nova, no município de São Mateus, teve como objetivo avaliar as mudanças espaço-temporal na estrutura da comunidade bentônica e relacionar estas mudanças com os possíveis efeitos antrópicos e fatores ambientais observados na área de estudo. As hipóteses do

trabalho são: 1) Fatores ambientais e antropogênicos afetam a distribuição espaço-temporal dos organismos bentônicos encontrados no estuário de Barra Nova e 2) As associações da macro e meiofauna, especialmente Nematoda, respondem de modo diferente a esses fatores.

## **2.2 Materiais e Métodos**

### **2.2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado no estuário de Barra Nova, localizado no município de São Mateus, norte do Espírito Santo ( $39^{\circ}44''\text{W} / 18^{\circ}57''\text{S}$ ) (Figura 2.1). A foz do Rio Mariricu foi formada artificialmente em 1866. Nesse local foi formada uma nova barra com a finalidade de se criar um novo porto, devido à foz do Rio São Mateus, em Conceição da Barra, não ser suficiente para os barcos da região (Nardoto e Oliveira, 1999).

Foram selecionados quatro pontos para as amostragens. O Ponto 1, localizado em frente a Pousada Aratu, onde ficam os barcos pesqueiros ancorados próximo a foz; o Ponto 2, no início do Córrego Barra Nova localizado na região de manguezais; o Ponto 3, mais ao sul, em frente a um terminal de armazenamento e transporte de petróleo e, por fim, o Ponto 4, localizado ao norte no Rio Mariricu (Figura 2.1, Apêndice 2.1).

As coletas foram realizadas em maio e novembro de 2012. A coleta de maio foi realizada na maré enchente e a coleta de novembro começou no final da maré vazante e terminou (Ponto 1) com a maré subindo. A maré no local é caracterizada como micromareal com marés semidiurnas (DNH 2012). Os dados de salinidade dos pontos, durante as coletas, são apresentadas na Tabela 2.1.

O clima da região é caracterizado como seco sub-úmido, com temperaturas médias de  $24,1^{\circ}\text{C}$ , a pluviosidade anual é de aproximadamente 1.313 mm (Incaper, 2013). Quanto à precipitação acumulada no período de amostragem, em maio de 2012 foi registrado 50 mm e em novembro de 2012 foi registrado o maior valor de precipitação do ano, com 363 mm (Figura 2.2) (INPE, 2012).

### **2.2.2 Procedimentos de campo**

As amostras foram coletadas em triplicatas com o auxílio de uma draga do tipo Van Venn. O sedimento trazido pela draga foi colocado em bandejas plásticas, retirado a amostra de meiofauna da parte superficial e o restante foi homogeneizado para retirada de amostras para as análises de macrofauna e uma porção do sedimento para posterior análise de granulometria e matéria orgânica.

Para mais detalhes sobre os procedimentos de campo, laboratório e análises dos dados ver capítulo 1.

## **2.3 Resultados**

### **2.3.1 Variáveis ambientais**

Os valores das variáveis ambientais obtidas entre os pontos durante as coletas podem ser observados na Tabela 2.1. O sedimento na área de estudo foi caracterizado como areia fina moderadamente selecionada. As variáveis ambientais como porcentagem de cascalho e teor de matéria orgânica não passaram pelo teste de homocedasticidade de Cochran. Análises de Kruskal- Wallis foram então aplicadas e somente foi observada diferença significativa para o teor de matéria orgânica ( $p < 0,05$ ) entre os pontos, com o Ponto 1 apresentando valores menores que o Ponto 3 (Tabela 2.1 e 2.2).

Para a ANOVA realizada com as demais variáveis ambientais, foram detectadas diferenças significativas para o tamanho médio do grão e frações de areia e finos entre os pontos e entre PontoxColeta ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2.3). Já a seleção do grão apresentou resultado significativo somente entre os pontos. O Ponto 1 registrou os menores valores significativos de tamanho médio, seleção do grão e frações de finos e o maior valor de frações de areia (Tabela 2.1). No entanto, as análises entre PontoxColeta mostram que as diferenças significativas entre os pontos ocorreram na coleta de maio/12. Os teores de finos e o tamanho médio do

grão foi maior no Ponto 3 do que no Ponto 1. O Ponto 1 apresentou as maiores frações de areia que o Ponto 3 e as menores frações de finos que aos demais pontos (Tabela 2.1 e 2.3).

### 2.3.2 Macrofauna

Foram encontrados 1.211 indivíduos distribuídos em 31 táxons, sendo a classe Polychaeta a mais abundante contribuindo com 93% dos organismos encontrados. Os demais grupos taxonômicos, tais como: Oligochaeta, Molusca, Crustacea e Nemertea contribuíram juntos com 7%. Dentre a classe Polychaeta, *Spiophanes sp.* foi o gênero dominante com 86%, seguidos de *Amphicteis sp.* (6%). A lista completa dos organismos encontrados no presente estudo se encontra na Tabela 2.4.

As ANOVAs realizadas com os valores de riqueza e abundância da macrofauna, não detectaram diferenças significativas nem entre os pontos nem entre as coletas (Figura 2.3; Tabela 2.5). No entanto, a abundância de *Spiophanes sp.* (o táxon mais abundante) variou significativamente entre os pontos e entre pontos X coletas ( $p < 0,05$ ). O Ponto 3 apresentou maior abundância de *Spiophanes sp.* e essa alta abundância ocorreu principalmente na coleta de maio/12. A diversidade não passou pelo teste de homocedasticidade de Cochran. Análises de Kruskal-Wallis foram então aplicadas e também não foi possível observar diferenças significativas para esse índice tanto entre os pontos quanto entre as coletas ( $p > 0,05$ ) (Figura 2.4; Tabela 2.6).

Através das análises multivariadas (MDS e ANOSIM), novamente não foram detectadas diferenças na estrutura da macrofauna entre ponto e coletas (Figura 2.5). A análise de similaridade (ANOSIM) mostra que não houve diferença significativa entre os pontos ( $R_{\text{Global}}=0,042$ ;  $p=0,19$ ) e entre as coletas ( $R_{\text{Global}}=0,049$ ;  $p=0,13$ ).

### 2.3.3 Meiofauna

Foram encontrados 282 organismos distribuídos em sete táxons. O filo Nematoda foi o mais abundante, contribuindo com 76% dos organismos

encontrados. Os demais grupos taxonômicos como Copepoda, Polychaeta, Ostracoda, Ácaro, Nauplio e outros Crustacea contribuíram juntos com 24%. A lista completa dos organismos da meiofauna se encontra na tabela 2.7.

Em relação aos índices univariados da meiofauna, foram observados diferenças significativas para todos os índices entre pontos e/ou coletas (Tabela 2.5). A riqueza apresentou diferenças significativas entre os pontos, coletas e entre PontoxColeta. O valor de riqueza registrado no Ponto 1 foi significativamente maior que o registrado no Ponto 4. Já entre os meses, a coleta de maio/2012 apresentou maior riqueza do que em novembro/2012. Quando comparado os pontos em relação às coletas, no Ponto 1 do mês de maio/2012 foi registrado uma maior riqueza que no mesmo ponto em novembro/2012 ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2.7; Figura 2.6). Quanto a abundância, foram detectadas diferenças significativas somente entre os pontos, com o Ponto 1 apresentando valores significativamente maiores que no Ponto 3 ( $p < 0,05$ ). Entre a diversidade, a significância foi observada somente entre as coletas, onde maio/2012 apresentou maior valor que novembro/2012 ( $p < 0,05$ ) (Figura 2.6; Tabela 2.5).

Através das análises multivariadas, foram detectadas diferenças na estrutura da meiofauna entre os pontos. O MDS mostra uma sutil segregação das amostras do Ponto 1 (Figura 2.7) e o ANOSIM confirma a significância dessa diferença ( $R_{Global} = 0,132$ ;  $p = 0,03$ ).

As variações da abundância de Nematoda foram responsáveis por mais de 65% de dissimilaridade em comparações par-a-par do Ponto 1 com os demais pontos (SIMPER).

### 2.3.4 Nematofauna

Durante o período de amostragem foram coletados 214 Nematoda distribuídos em 29 táxons. O gênero mais abundante foi *Terschellingia* (28%) e os gêneros *Daptonema* e *Desmodora* contribuíram juntos com 15% da fauna de Nematoda. A lista de indivíduos da nematofauna encontrados no presente estudo se encontram na Tabela 2.8.

Em relação aos índices univariados, a ANOVA registrou diferenças significativas entre os pontos para todos os índices analisados ( $p < 0,05$ ). O Ponto 1

apresentou maiores valores significativos do que os registrados no Ponto 2 para todos os índices analisados (Figura 2.8; Tabela 2.5). Em relação ao tipo alimentar, nenhum dos quatro grupos tróficos apresentaram diferenças significativas entre pontos ou coletas (Figura 2.10; Tabela 2.5). No entanto, quanto ao índice de maturidade, somente entre as coletas houve diferenças significativas. Sendo que em maio/2012 foi registrado maiores valores do que na coleta de novembro/2012 ( $p < 0,05$ ) (Figura 2.11).

Através das análises multivariadas (MDS e ANOSIM), não foi possível observar diferenças significativas para os dados de Nematoda entre os pontos e coletas (Pontos: R Global: 0,042;  $p = 0,23$ ; Coletas: R Global = -0,001;  $p = 0,40$ ) (Figura 2.9).

### **2.3.5 Relações entre Variáveis ambientais e comunidade Bentônica**

Alterações na estrutura da comunidade bentônica foram pouco relacionadas com as variáveis ambientais (BIO-ENV). Os melhores valores de  $p$  para a macrofauna foi de 0,207 indicando o teor de matéria orgânica e salinidade como as variáveis que mais se relacionam com a estrutura da macrofauna. Para a meiofauna, o melhor valor de  $p$  foi 0,314 e indicou o tamanho médio e o finos como as variáveis ambientais que mais se relacionaram. Em relação à nematofauna, o melhor valor de  $p$  foi 0,124, indicando o tamanho médio, seleção do grão e porcentagem de finos como as variáveis ambientais mais relacionadas.

Os resultados das análises de correlação de Spearman revelaram relações significativas entre as variáveis ambientais e os componentes da fauna bentônica. A macrofauna apresentou correlação negativa com as porcentagens de matéria orgânica. Já a meiofauna e Nematoda apresentaram correlações positivas com as frações de areia e negativas com as frações de finos e de matéria orgânica, além disso, a meiofauna também apresentou correlação negativa com o tamanho médio do grão (Tabela 2.9).

## 2.4 Discussão

A fauna bentônica encontrada no estuário de Barra Nova é típica de ambientes estuarinos (Fonseca e Netto 2006; Rosa e Bemvenuti 2006; Colling *et al.* 2007; Ourives *et al.* 2011; Costa e Netto 2014). Entretanto, a distribuição de seus componentes não ocorreu de forma semelhante nesse estuário. Enquanto a estrutura da macrofauna estatisticamente se manteve de forma semelhante entre os pontos analisados, a meiofauna pareceu responder de forma mais sensível a algumas características distintas entre os pontos. Em relação à macrofauna, apesar das análises de seus principais índices não terem detectado diferenças significativas, foi possível observar uma abundância significativa do gênero *Spiophanes* (Fam. Spionidae), o mais abundante do presente estudo, no Ponto 3, principalmente no mês de maio/12. Este ponto está localizado no córrego Barra Nova, em frente a um terminal de armazenamento e transporte de petróleo, e foi caracterizado por ter os maiores teores de matéria orgânica e um dos pontos com maiores frações de finos. Vários estudos registraram a presença da família Spionidae onde ocorreram sedimentos de areia fina, silte e alto teor de matéria orgânica, o que também pode ser observado no Ponto 3 no estuário de Barra Nova (Brasil e Silva 2000; Diaz-Jaramilho 2008). Além disso, foi possível notar que em maio/12 houve um pico de *Spiophanes* no Ponto 3, mas em novembro/12 o pico foi registrado no Ponto 1. Apesar do Ponto 1 não apresentar os maiores valores de matéria orgânica, foi nítido o aumento de matéria orgânica nesse ponto quando comparado a maio/12 (1,03% em maio/12 para 8,13% em novembro/12), além de aumento nas frações de finos.

Em se tratando da meiofauna, o alto valor de riqueza e abundância registrado no Ponto 1, na coleta de maio/12, pode ter ocorrido devido às maiores salinidades encontradas nesse ponto por estar muito próximo a foz e por ser um período de baixa precipitação na região. Resultado semelhante foi encontrado por Fonseca e Netto (2006). Esses autores sugerem que em meses de baixa precipitação pode ocorrer a presença de espécies exclusivamente marinhas, enquanto nos meses de alta precipitação pode ocorrer a exclusão de organismos que não toleram a baixa salinidade.

Além disso, em maio/2012 foi registrado os maiores valores para o índice de maturidade de Nematoda, sugerindo a presença de organismos persistentes neste

local. Esses organismos são caracterizados por Bongers (1999) como espécies que se reproduzem lentamente e que são mais sensíveis aos poluentes e outras perturbações do que os colonizadores. A presença destes organismos na área de estudo indica que, possivelmente, nessa época eles tenham sido favorecidos pelas maiores salinidades, o que permitiu que entrassem no estuário. Em novembro/12, com a alta precipitação, os organismos persistentes não resistiram, o que refletiu no menor índice de maturidade registrado na época.

Os Nematoda mostraram uma preferência pelo ponto mais próximo à foz independente do mês de coleta. A circulação de água pela proximidade do mar, com conseqüente maiores salinidades nesse local, poderiam explicar esse resultado. De acordo com Li e Vincx, (1993), a salinidade é um dos fatores mais importantes para determinar a estrutura da comunidade de Nematoda em ambientes estuarinos, juntamente com as características do sedimento e hidrodinâmica.

De modo geral, a fauna bentônica do estuário de Barra Nova não parece ser afetada por efeitos antrópicos. Não se sabe se os altos teores de matéria orgânica que parecem estar relacionados com a alta abundância do poliqueta *Spiophanes* sp são conseqüências de alguma interferência humana, pela proximidade do terminal de petróleo, ou se é uma variação natural. A proximidade com o manguezal também não deve ser desprezada como um possível aporte de matéria orgânica no ambiente. No entanto, as variações da estrutura da meiofauna direcionam muito mais para uma resposta as condições ambientais, como influência do hidrodinamismo nas características do sedimento e maiores salinidades mais próximo a foz, do que alguma influência antrópica causada na região.

## 2.5 Referências Bibliográficas

- Amaral, A.C.Z. 1980. Anelídeos poliquetos do infralitoral em duas enseadas da região de Ubatuba. Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo 29 (1); 19-40.
- Barnes, R.S.K. 1994. Macrofaunal community structure and life histories in coastal lagoons. Elsevier Oceanography Series, 60: 311-362.
- Bongers, T. 1999. The maturity index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp – scaling. Plant and soil 212: 13-22.
- Braga, C.F., Monteiro, V.F., Rosa-Filho, J.S., Beasley, C.R. 2011. Benthic macroinfaunal assemblages associated with Amazonian saltmarshes. Wetlands Ecol Manage 19: 257-272.
- Brasil, A.C.S., e Silva, S.H.G. 2000. Spatidal distribution of polychaeta na soft-bottom community at saco do céu, Ilha Grande, Rio de Janeiro, brazil. Bulletin of Marine Science 67 (1): 103-112.
- Colling, L.A., Bemvenuti, C.E., Gandra, M.S. 2007. Seazonal variability on the structure of sublitoral macrozobenthic association in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. Ilheringia, Série Zoológica, 97(3): 257-262.
- Costa, K.G., Netto, S.A. 2014. Effects of small-scale trawling on benthic communities of estuarine vegetated and non-vegetated habitats. Biodiversity and Conservation, 23: 1041-1055.
- Díaz-Jaramilho, M., Muñoz, P., Delgado-Blas, V., e Bertrán, C. 2008. Spatio-temporal distribution of spionids (Polychaeta-Spionidae) in na estuarine system in south-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 81: 501-514.
- Fonseca, G., e Netto., S.A. 2006. Shallow sublitoral benthic communities of the laguna estuarine system, south Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, 54 (1): 41-54.
- INCAPER. 2004. Diagnóstico da situação sócio-econômica e tecnológica da atividade pesqueira capixaba. 51 p.

INCAPER. 2013. Programa de assistência técnica e extensão rural proater. 26 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em [www.inpe.br](http://www.inpe.br). Acesso em: 2012.

Li, J., e Vincx, M. 1993. The temporal variation of intertidal nematodes in the westerschelde I. The importance of an estuarine gradient. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 27 (2-4): 319-326.

Mantelatto, F.L.M., e Fransozo, A. 1999. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59 (1): 23-31.

Nardoto, E.O., Oliveira, H.L. História de São Mateus, 1ª edição-São Mateus-Espírito Santo. EDAL-editora Atlântica Ltda. 1999 - 464p.

Omena, E.P., Lavrado, H.P., Paranhos, R., Silva, T.A. 2012. Spatidal distribution of intertidal Sandy beach polychaeta along na estuarine and morphodynamic gradient in an eutrophic tropical bay. *Marine Pollution Bulletin*: 1-13.

Ourives, T.M., Rizzo, A.E., e Boehs, G. 2011. Composition and spatidal distribution of the benthic macrofauna in the Cachoeira River estuary, Ilhéus, Bahia, Brazil. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía* 46 (1): 17-25.

PROMAR. 2005. Macrodiagnóstico da pesca marítima do estado do Espírito Santo. 69 p.

Rosa-Filho, J.S.F., Busman, D.V., Viana, A.P., Gregório, A.M., Oliveira, D.M. 2006. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetados do estuário do Rio Caeté, Bragança, Pará. *Bol. Mus. Pará Emílio Goeldi, Ciências Naturais* Belém, 1(3): 85-96.

Rosa, L.C., e Bemvenuti, C.E. 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía* 41 (1); 1-9.

Vasconcelos, D.M., Santos, P.J.P., e Trindade, R.L. 2004. Distribuição espacial da meiofauna no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil, Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 26 (1): 45-54.

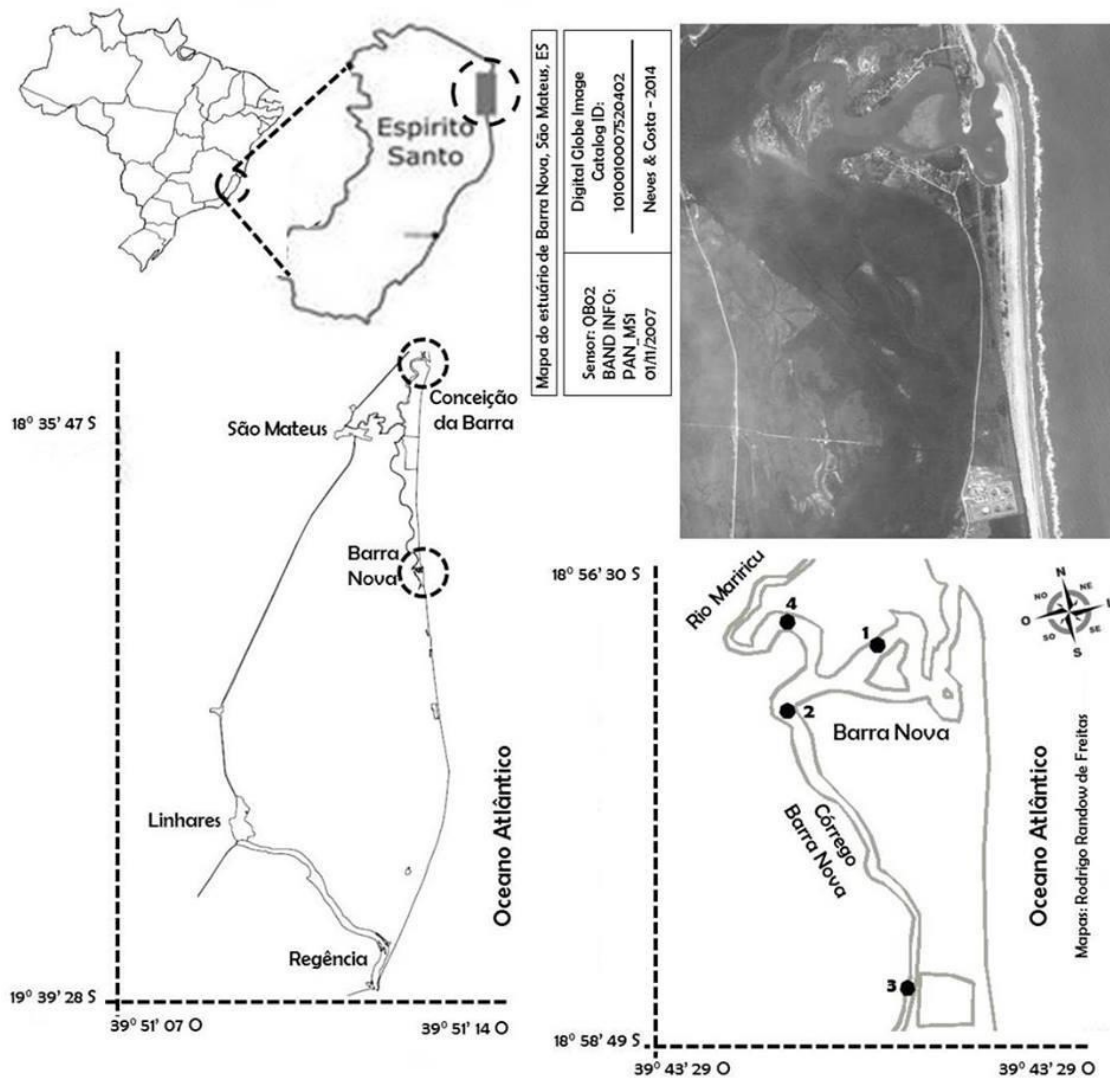


Figura 2.1: Mapa de localização do estuário de Barra Nova, ES com a marcação dos quatro pontos de amostragens.

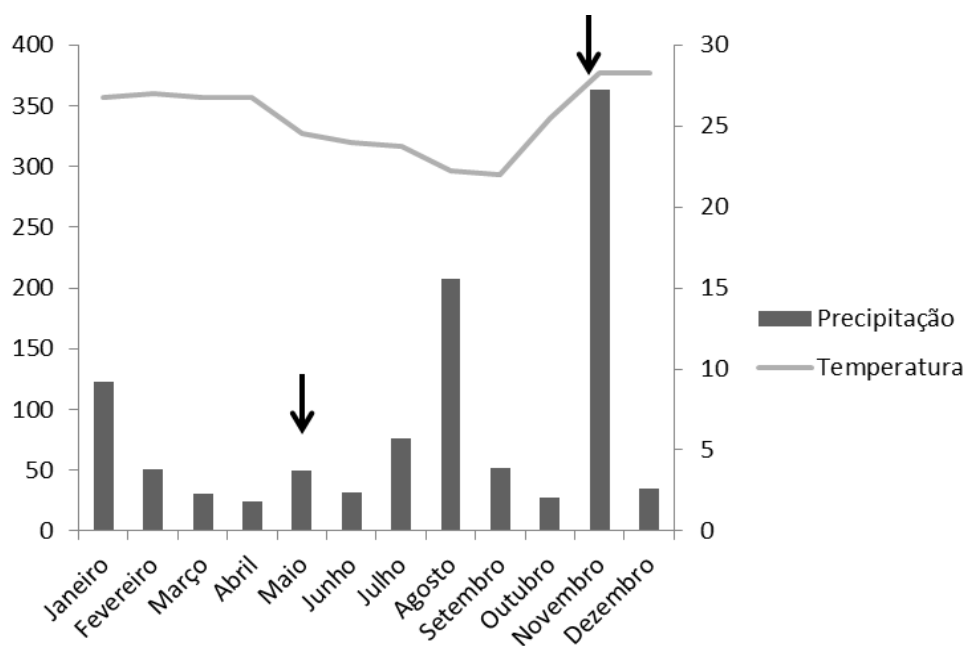


Figura 2.2: Caracterização de temperatura do ar (°C), e precipitação acumulada (mm), durante o ano de 2012 para a região norte do Espírito Santo. Fonte: INPE.

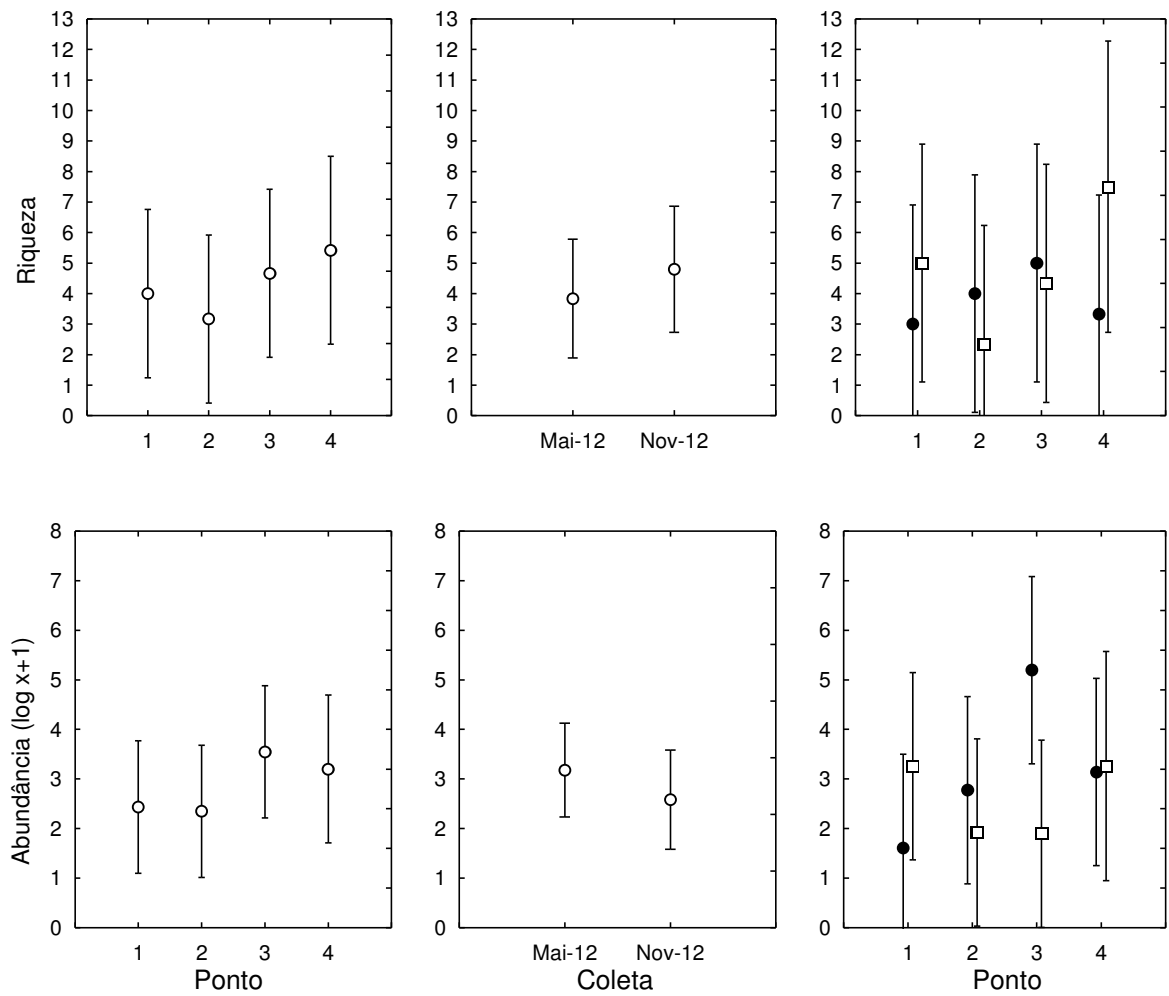


Figura 2.3: Riqueza e Abundância média da macrofauna bentônica entre os pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). ● Coleta maio/2012 □ Coleta novembro/2012.

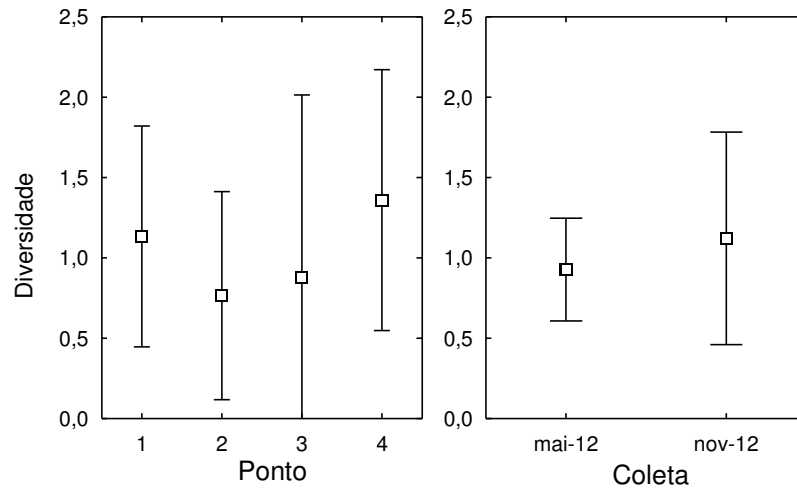


Figura 2.4: Diversidade média da macrofauna bentônica entre os pontos e coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança).

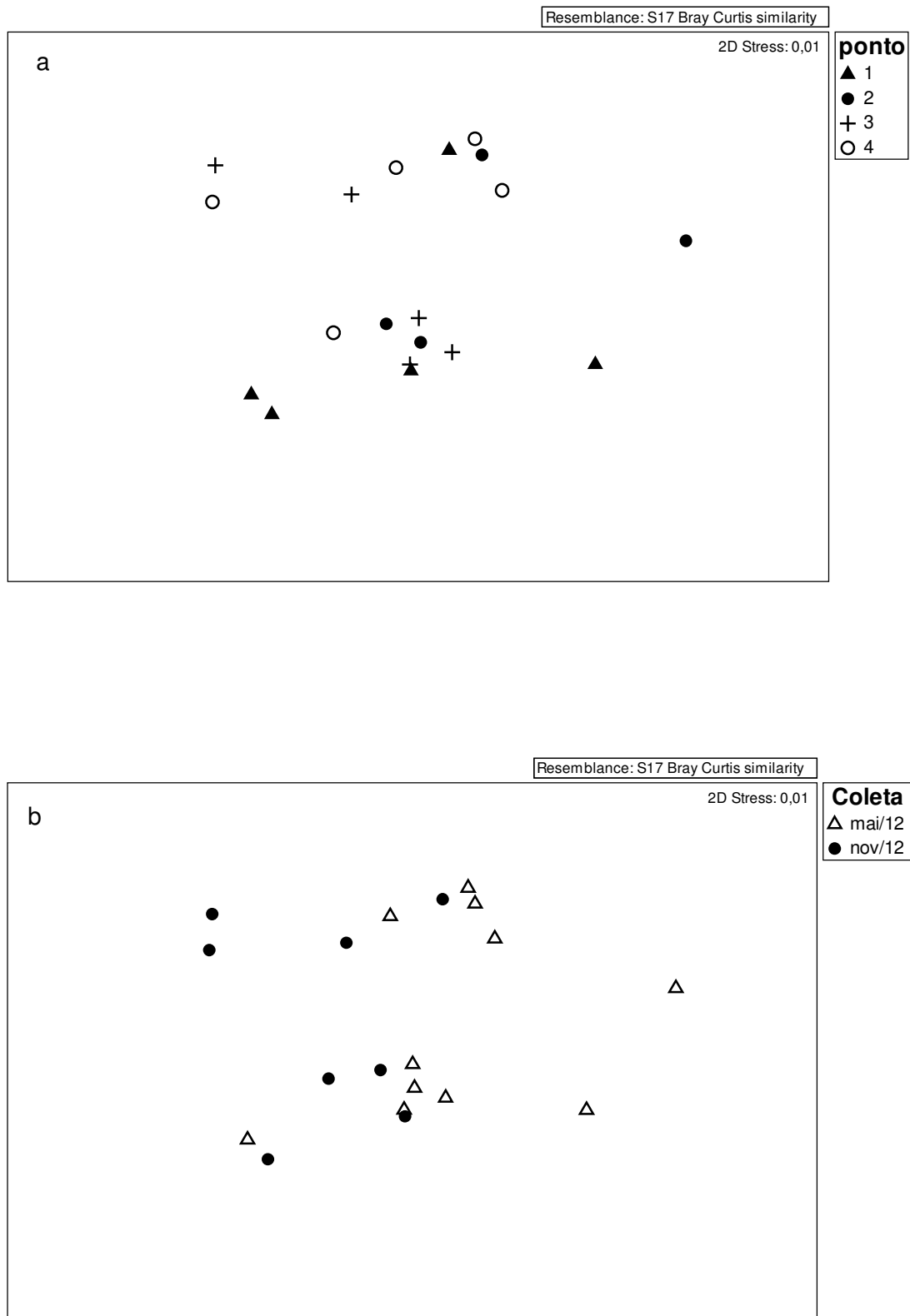


Figura 2.5: Análise de ordenação (MDS) da macrofauna bentônica entre os pontos (a), e entre os meses de coleta (b) realizados no estuário no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.

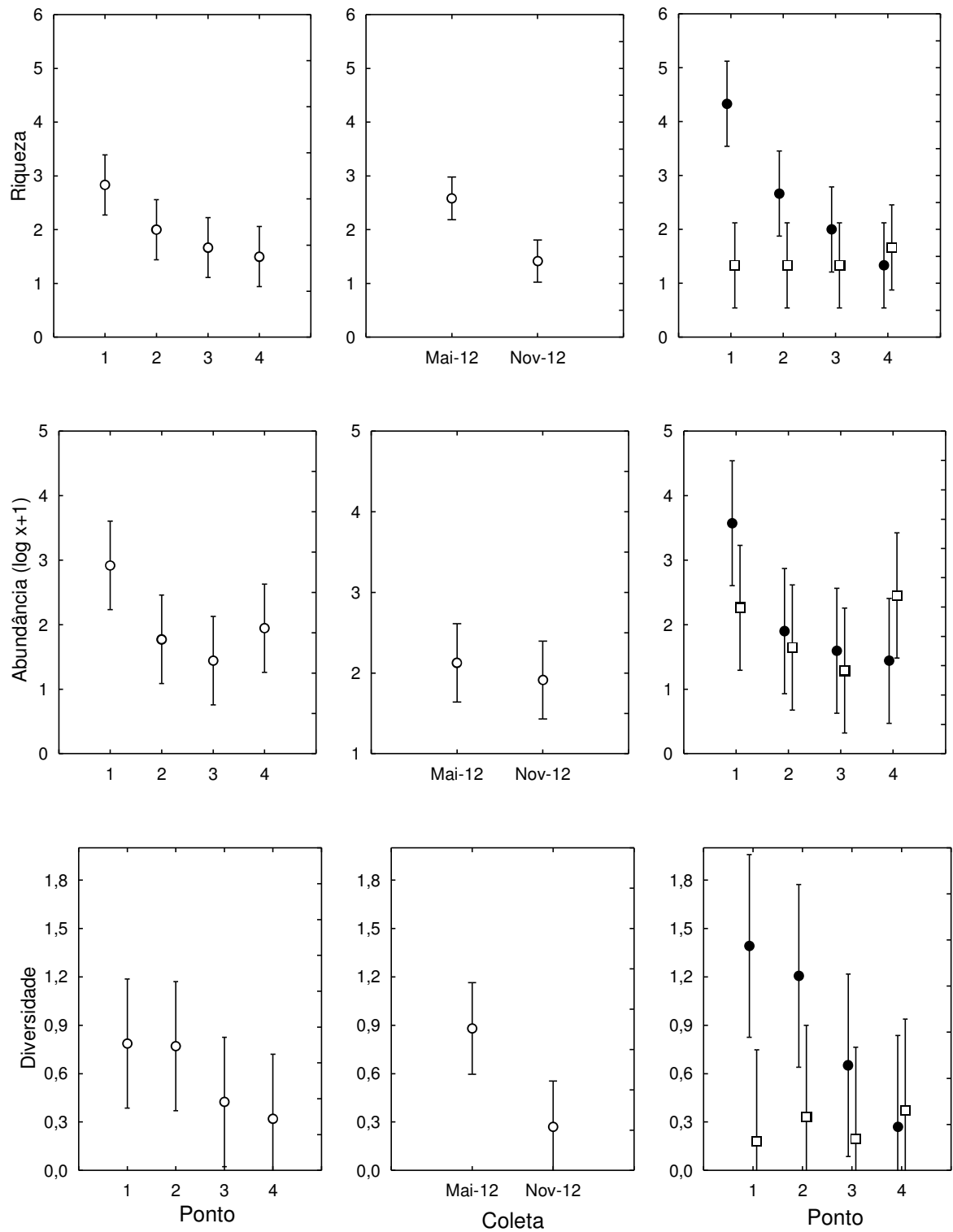


Figura 2.6: Descritores univariados da meiofauna bentônica entre pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). ●Coleta maio/2012 □Coleta novembro/2012.

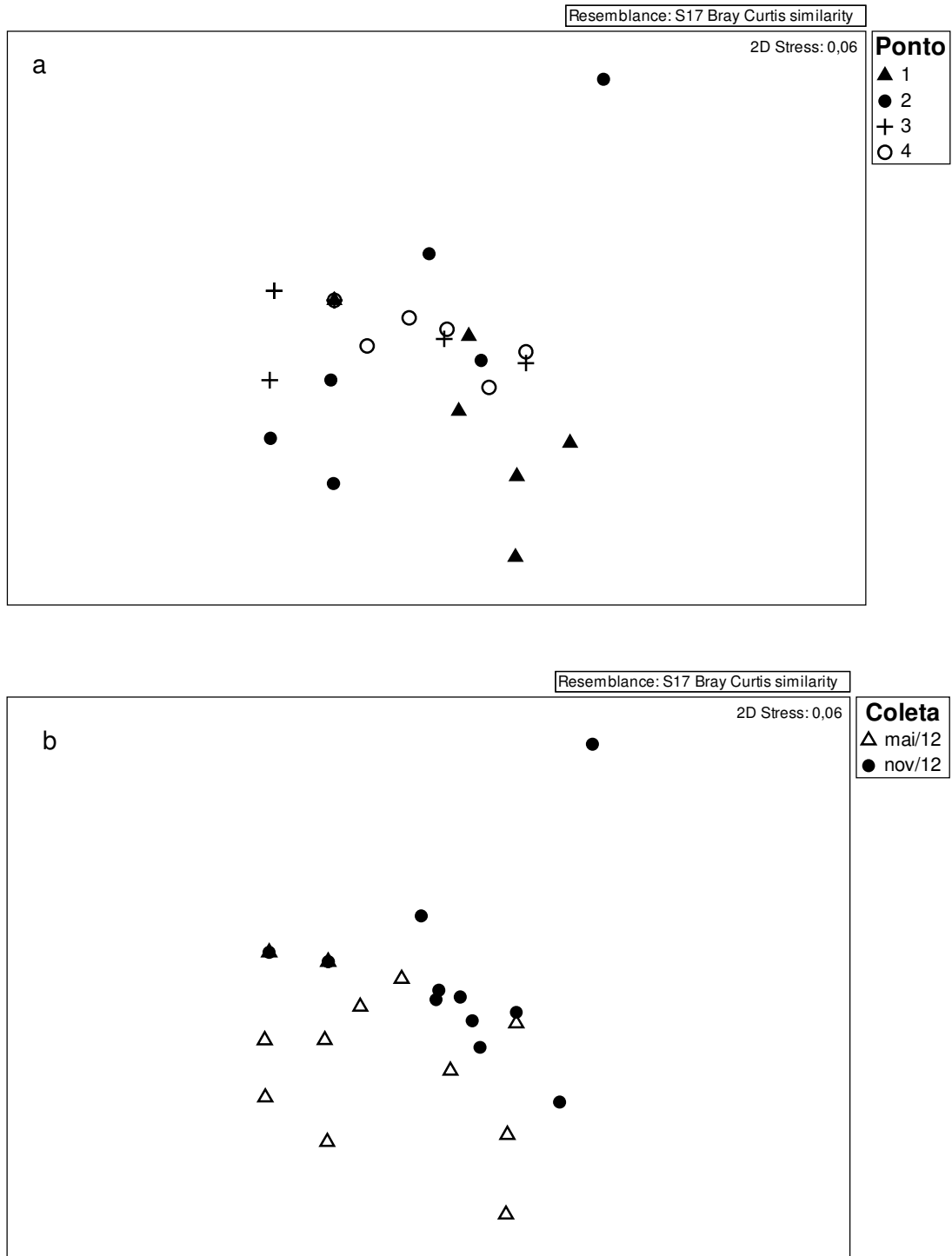


Figura 2.7: Análise de ordenação (MDS) da meiofauna bentônica entre os pontos (a) e entre os meses de coleta (b) realizados no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.

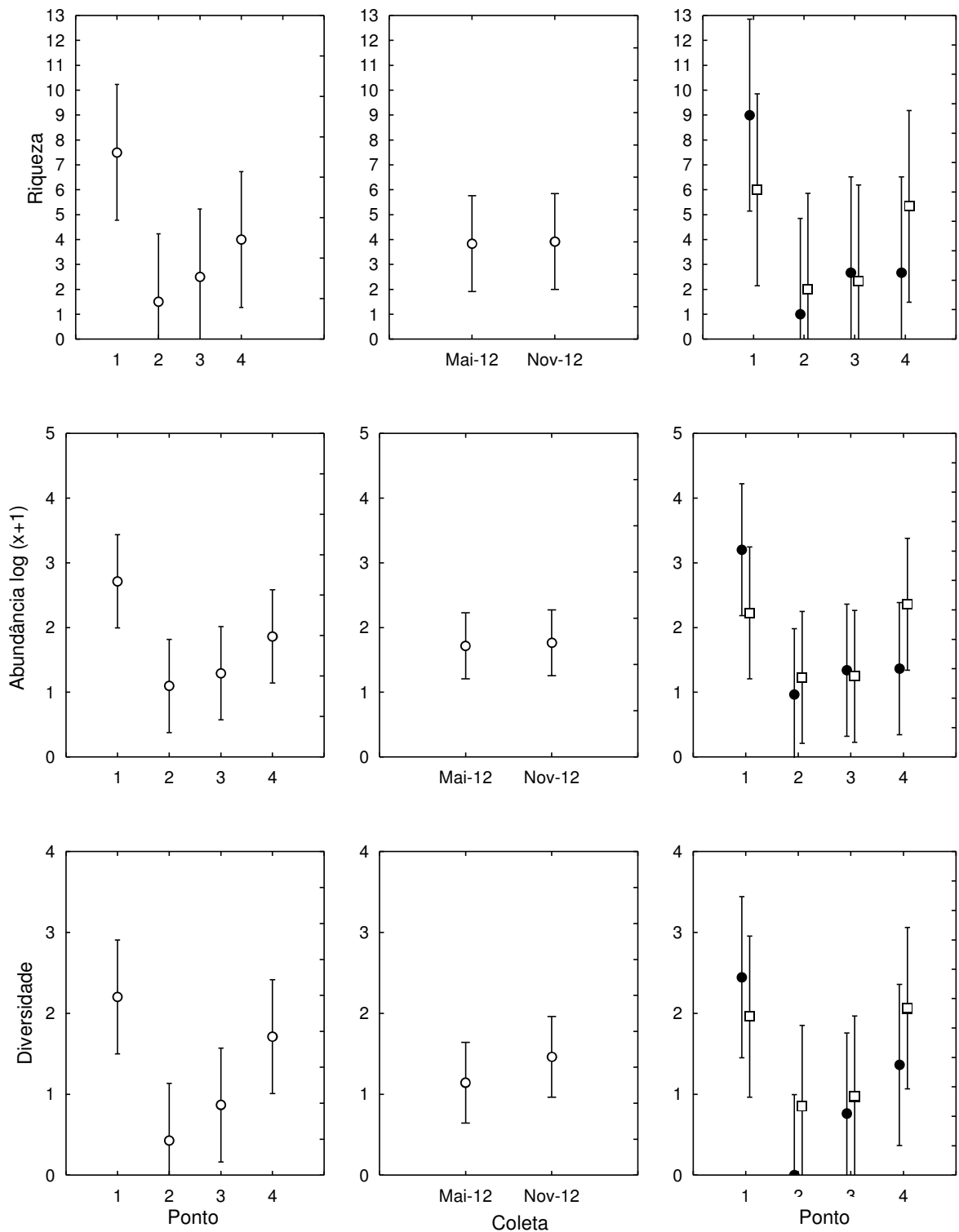


Figura 2.8: Descritores univariados da nematofauna entre pontos, coletas e pontoXcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média  $\pm$  Intervalo de confiança). ● Coleta maio/2012 □ Coleta novembro/2012.

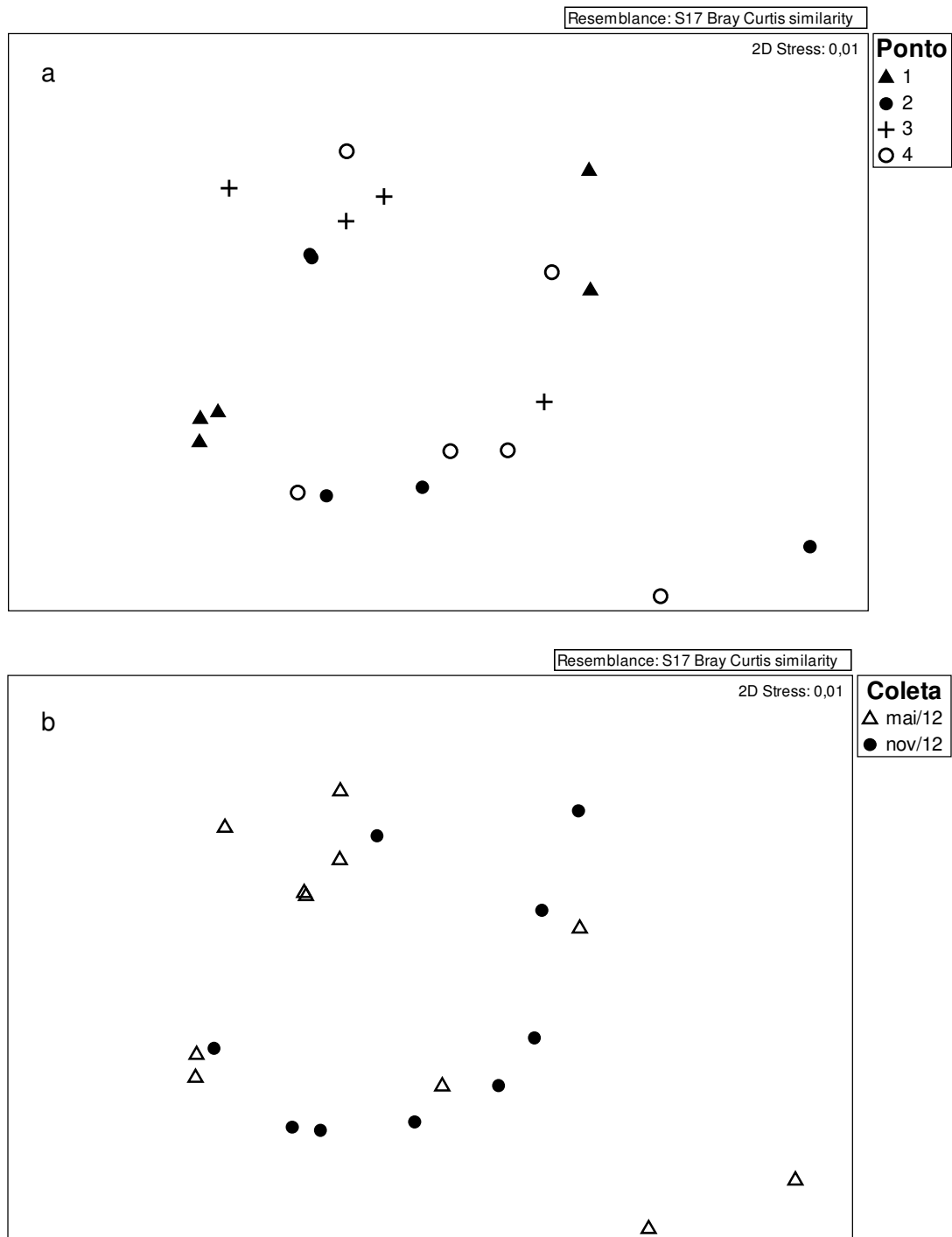


Figura 2.9: Análise de ordenação (MDS) da nematofauna entre os pontos (a), e entre os meses de coleta (b) realizados no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.

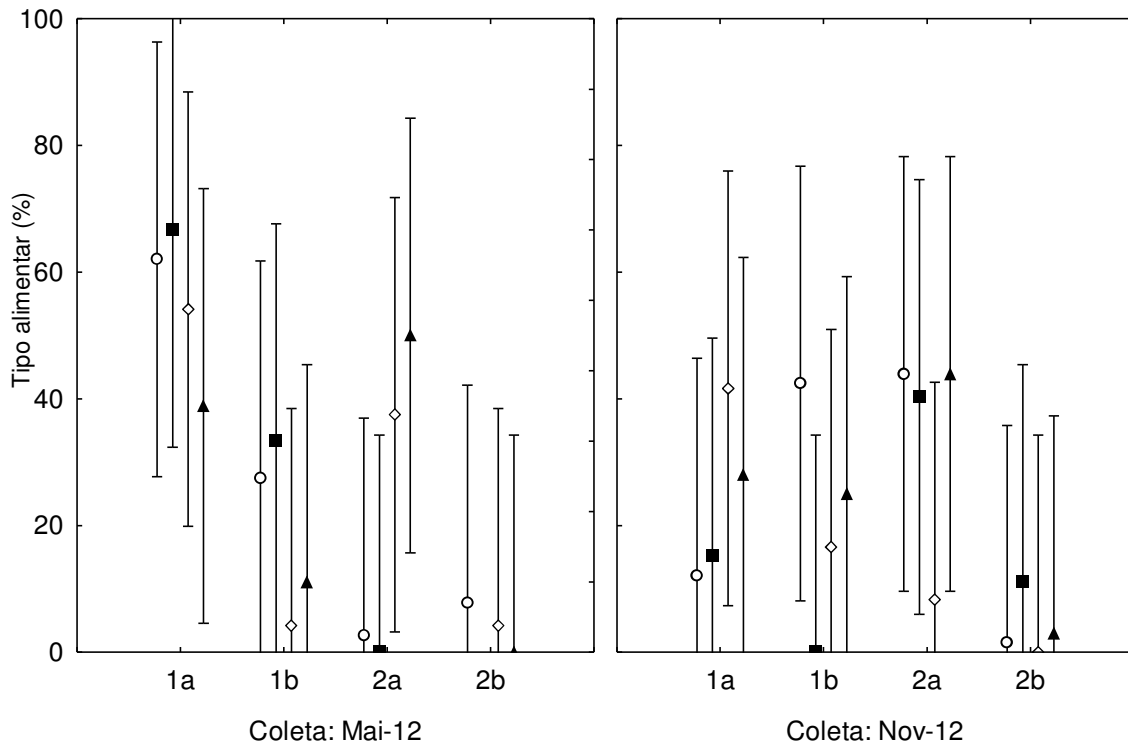


Figura 2.10: Tipo alimentar da nematofauna entre os pontos: 1 ○, 2 ■, 3 ◇, 4 ▲; durante as coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES (Média ± Intervalo de confiança). 1a, detritívoros seletivos; 1b, detritívoros não seletivos, 2a, comedores de epístratos e 2b, predadores.

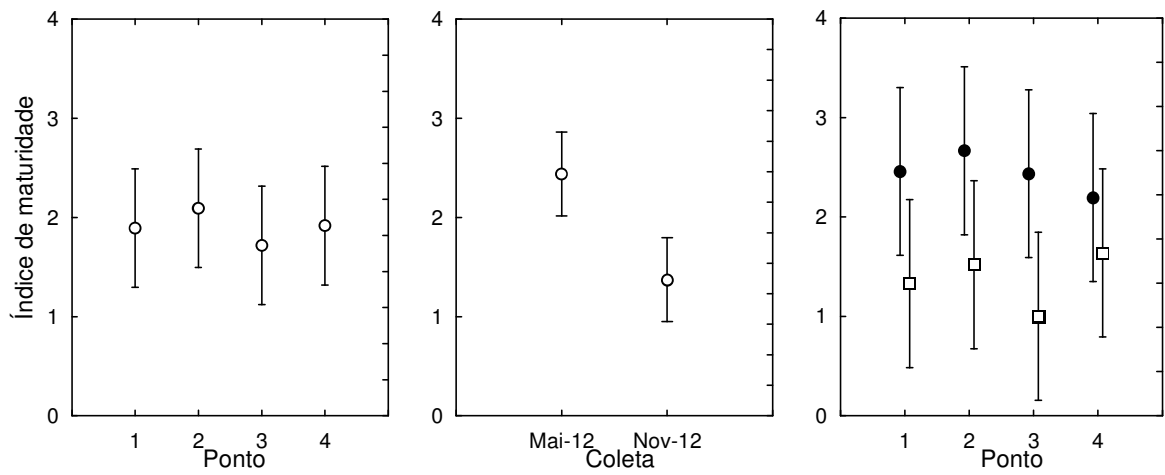


Figura 2.11: Índice de maturidade da nematofauna entre os pontos, coletas e pontoxcoleta no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES. ● Coleta maio/2012 □ Coleta novembro/2012.

Tabela 2.1: Variáveis ambientais registradas entre os pontos durante as coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES ( $\pm$  Desvio padrão).

	mai/ 12				nov/ 12			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
MO (%)	1,03 ( $\pm 0,42$ )	9,33 ( $\pm 1,78$ )	18,42 ( $\pm 6,75$ )	9,59 ( $\pm 3,20$ )	8,13 ( $\pm 4,22$ )	15,95 ( $\pm 2,56$ )	17,74 ( $\pm 10,72$ )	3,79 ( $\pm 1,07$ )
Tamanho médio	1,51 ( $\pm 0,15$ )	2,171 ( $\pm 0,27$ )	2,713 ( $\pm 0,18$ )	2,334 ( $\pm 0,25$ )	2,62 ( $\pm 0,08$ )	2,45 ( $\pm 0,32$ )	2,54 ( $\pm 0,36$ )	2,07 ( $\pm 0,50$ )
Cascalho (%)	1,28 ( $\pm 1,71$ )	0,27 ( $\pm 0,32$ )	0,983 ( $\pm 1,70$ )	0,15 ( $\pm 0,23$ )	0,02 ( $\pm 0,01$ )	0,18 ( $\pm 0,26$ )	0,18 ( $\pm 0,20$ )	0,20 ( $\pm 0,54$ )
Areia (%)	98,69 ( $\pm 1,68$ )	94,07 ( $\pm 2,38$ )	89,68 ( $\pm 3,70$ )	92,23 ( $\pm 4,95$ )	96,36 ( $\pm 1,66$ )	94,62 ( $\pm 2,26$ )	92,07 ( $\pm 1,51$ )	89,85 ( $\pm 1,34$ )
Finos (%)	0,03 ( $\pm 0,04$ )	5,67 ( $\pm 2,45$ )	9,33 ( $\pm 4,99$ )	7,62 ( $\pm 4,72$ )	3,62 ( $\pm 1,66$ )	5,20 ( $\pm 2,39$ )	7,75 ( $\pm 1,70$ )	9,96 ( $\pm 1,06$ )
Seleção	0,84 ( $\pm 0,22$ )	1,07 ( $\pm 0,05$ )	1,13 ( $\pm 0,22$ )	1,06 ( $\pm 0,25$ )	0,76 ( $\pm 0,22$ )	0,92 ( $\pm 0,16$ )	1,01 ( $\pm 0,19$ )	1,26 ( $\pm 0,13$ )
Salinidade	36	35	15	15	37	1	1	1

Tabela 2.2: Significância p para o teste não paramétrico (Kruskal-Wallis) com os dados de porcentagens de cascalho e matéria orgânica registrados entre os pontos e coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.

	<u>Teste de comparações</u>				
	<u>Ponto</u>		<u>múltiplas</u>	<u>Coleta</u>	
	F	p		F	p
%Cascalho	0,56	NS		0,33	NS
%MO	<b>12,46</b>	<b>0,006</b>	<b>3&gt;1</b>	<b>0,4</b>	<b>NS</b>

\*Valores em **negrito** representam diferenças significativas / NS= Resultados não significativos.

Tabela 2.3: Resultados da ANOVA para variáveis ambientais registrados entre os pontos durante as coletas no estuário de Barra Nova, São Mateus, ES.

	<u>Ponto</u>		<u>Tukey</u>	<u>Coleta</u>		<u>PontoXcoleta</u>	
	F	p		F	p	F	p
Tamanho médio	4,01	0,02	3>1	3,96	NS	6,88	0,003
Seleção	4,19	0,02	2>1	0,14	NS	1,03	NS
%Areia	7,2	0,002	1>2,3	0,007	NS	3,38	0,04
%Finos	20,99	<0,0001	2,3 4>1	3,65	NS	10,7	<0,0004

\*Valores em negrito representam diferenças significativas/NS= Resultados não significativos.

Tabela 2.4: Total de indivíduos da macrofauna bentônica encontrados nos pontos de amostragens do estuário do Rio Maricú, Barra Nova, ES.

	mai/ 12				nov/ 12			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
<b>FILO NEMERTEA</b>								
Nemertea	4	1	4	1	7	0	5	0
<b>FILO MOLLUSCA</b>								
Tellina alternata	0	1	0	0	0	0	0	0
Ervilia sp.	1	0	0	0	0	0	0	0
Macoma sp.	0	0	0	0	4	0	0	0
Nucula brasiliiana	1	3	0	0	0	0	0	0
Divalinga quadrisulcata	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>FILO ANNELIDA</b>								
Classe polychaeta								
<i>Alitta succinea</i>	0	0	0	0	16	0	2	1
<i>Amphicteis</i> sp.	0	0	0	0	15	34	16	5
<i>Cabira</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Capitella capitata</i>	0	0	0	0	0	2	0	4
<i>Eulalia</i> sp.	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Glycera lapidum</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Goniadides aciculata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemipodia simplex</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Hemipodia</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus</i> sp.	0	0	0	0	2	4	6	6
<i>Lumbrineriopis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neanthes bruaca</i>	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Nonatus</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Perinereis anderssoni</i>	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Sigambra</i> sp.	0	3	2	9	0	1	2	4
<i>Spiophanes</i> sp.	0	81	538	52	178	63	11	46
Syllidae	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Synelmis</i> sp.	2	1	0	0	0	2	1	0
Terebellidae	0	0	1	0	0	0	0	0
Sub-classe Oligochaeta								
Oligochaeta sp.	0	0	14	7	5	0	2	6
<b>FILO ARTHROPODA</b>								
Subfilo Crustacea								
Anfípoda	1	0	0	0	2	2	0	1
Copépoda	0	1	0	0	0	0	0	0
Isópoda	0	1	0	0	1	0	0	1

Tabela 2.5: Resultados da ANOVA bifatorial para os índices univariados da macrofauna, meiofauna e nematofauna bentônica encontrados no estuário de Barra Nova, ES.

	<u>Ponto</u>		Tukey	<u>Coleta</u>		Tukey	<u>PontoXColeta</u>	
	F	p		F	p		F	p
Macrofauna								
Riqueza	0,49	NS		0,51	NS		0,93	NS
Abundância	0,85	NS		0,85	NS		2,72	NS
Diversidade*								
Meiofauna								
Riqueza	5,06	0,01	1>3,4	19,6	>0,0001	mai>nov	7,06	0,003
Abundância	3,84	0,03	1>3	0,43	NS		2,16	NS
Diversidade	1,58	NS		10,4	0,005	mai>nov	2,23	NS
Nematofauna								
Riqueza	4,17	0,02	1>2	0,004	NS		0,86	NS
Abundância	4,54	0,01	1>2,3	0,018	NS		1,45	NS
Diversidade	5,83	0,006	1>2	0,93	NS		0,82	NS
IM	0,3	NS		14,33	0,002	mai>nov	0,43	NS
1a	0,51	NS		2,51	NS		0,81	NS
1b	0,44	NS		0,08	NS		0,69	NS
2a	0,56	NS		1,37	NS		1,66	NS
2b	0,87	NS		0,49	NS		2,41	NS

Valores em negrito representam diferenças significativas / NS= Resultados não significativos

\*Não passou no teste de homocedasticidade

Tabela 2.6: Significância p para o teste não paramétrico (Kruskall-Wallis) para a Diversidade da macrofauna bentônica.

	Ponto		Coleta	
	F	p	F	p
Diversidade	1,64	NS	0,21	NS

Tabela 2.7: Total de indivíduos da meiofauna bentônica encontrados nos pontos de amostragens no estuário de Barra Nova, ES.

	mai/ 12				nov/ 12			
	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto
	1	2	3	4	1	2	3	4
Ácaro	0	0	1	0	0	4	0	3
Copépoda	9	11	1	1	0	0	0	1
Crustáceo indet.	1	0	0	0	0	0	0	0
Náuplio	0	0	0	0	1	0	0	0
Nematoda	93	5	15	9	41	12	9	30
Ostracoda	13	0	1	0	0	0	1	0
Polychaeta	17	3	0	0	0	0	0	0



Tabela 2.9: Coeficiente de correlação de Spearman entre os índices da comunidade bêntica e as variáveis ambientais

	Tamanho médio	Seleção	%Cascalho	%Areia	%Finos	%MO
<b>Macrofauna</b>						
Riqueza	0,140	0,014	0,076	0,018	-0,029	-0,071
Abundância	0,307	0,135	-0,272	-0,211	0,206	0,183
Diversidade	-0,235	-0,215	0,248	0,345	-0,339	-0,477
<b>Meiofauna</b>						
Riqueza	-0,583	-0,225	0,289	0,554	-0,556	-0,519
Abundância	-0,436	-0,417	0,43	0,724	-0,766	-0,650
Diversidade	-0,519	-0,177	0,169	0,42	-0,403	-0,426
<b>Nematoda</b>						
Riqueza	-0,295	-0,453	0,347	0,647	-0,686	-0,572
Abundância	-0,330	-0,387	0,432	0,650	-0,702	-0,561
Diversidade	-0,267	-0,398	0,307	0,615	-0,648	-0,525

Valores em negrito indicam diferenças significativas MO= Matéria orgânica.

## Ponto 1



## Ponto 2



Apêndice 2.1: Imagens do Ponto 1 e Ponto 2 no estuário de Barra Nova, ES.

## Ponto 3



## Ponto 4



Apêndice 2.2: Imagens do Ponto 3 e Ponto 4 no estuário de Barra Nova, ES.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os componentes da fauna bentônica (macro e meiofauna) se comportam de forma diferente ao longo do estuário do Rio São Mateus e ao longo do tempo. A estrutura da macrofauna se distribuiu de forma diferente nos locais que possuem maiores interferências da água salobra, mas sem afetar significativamente os índices biológicos analisados. Entretanto, o local que mostrou uma redução significativa em seus índices foi onde a vazão do rio aparentemente não permite a água do mar entrar e se misturar, o que provavelmente pode ser uma barreira à muitos organismos marinhos e estuarinos. Além disso, possivelmente o recrutamento de organismos com a elevação da temperatura da água pode ter interferido no aumento dos índices registrados em novembro/12, causando uma variação temporal na macrofauna.

Para a meiofauna e nematofauna foram detectadas apenas mudanças espaciais. O hidrodinamismo, as maiores salinidades e o aporte de alimentos proveniente de despejo de esgoto no ponto mais próximo a foz do Rio São Mateus podem estar relacionados aos maiores valores dos índices biológicos detectados nesse local, interferindo principalmente na distribuição da nematofauna.

No estuário de Barra Nova os componentes da fauna (macro e meiofauna) também se comportam de forma diferente ao longo do estuário. A macrofauna apresentou uma abundância do polychaeta *Siophanes* sp no Ponto 3 onde está localizado um terminal de transporte e armazenamento de petróleo. Apesar disso, não foi possível detectar ao certo se esse terminal está contribuindo para a abundância desses organismos, ou se é algum fator natural, já que neste ponto se encontra numa região de manguezal. A estrutura da meiofauna possivelmente foi influenciada por fatores ambientais, onde os maiores valores dos índices foram encontrados no Ponto 1, que está localizado próximo a foz que influencia na salinidade, hidrodinâmica e mudanças nas características do sedimento.

Em comparação com os dois estuários a fauna bentônica se comportou de forma semelhante. Para a macrofauna os locais que possuem um maior teor de matéria orgânica foi dominada por espécies oportunistas. Já para a meiofauna em ambos os lugares as maiores ocorrências dos organismos se concentraram no Ponto 1. Estes pontos são caracterizados por uma combinação de fatores ambientais por estarem próximos ao mar como salinidade e hidrodinâmica que

influenciam as características do sedimento. Tais observações sugerem que nos dois estuários as mudanças espaciais são fortemente influenciadas por fatores ambientais do que qualquer efeito antrópico observado nessas regiões. Em relação aos impactos antropogênicos em Conceição da Barra é detectado o despejo de efluentes urbanos sem tratamento, e em Barra Nova se encontra o terminal de transporte e armazenamento de petróleo, que não se sabe ao certo o tipo de impacto causado no ambiente.

Devido a essas observações torna-se claro a necessidade de estudos mais apurados em relação a salinidade, corrente, turbidez, oxigênio dissolvido, análises químicas do solo dentre outros fatores que podem explicar com precisão as mudanças detectadas na estrutura da fauna dos estuários. Porém com as informações adquiridas até o momento, este estudo contribuiu para o conhecimento da fauna bentônica da região Norte do Espírito Santo sendo o ponto inicial para projetos futuros sobre a conservação da biodiversidade em ambientes estuarinos.

